



**SIMULACIÓN DE SISTEMA ITS PARA LA GESTIÓN DE PLAZAS DE
APARCAMIENTO UTILIZANDO ENFOQUES IPV6 Y ARQUITECTURAS
ORIENTADAS A SERVICIOS**

JHEIMY NATALIA PINEDA TARAZONA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTÁ D.C.
2014**

**SIMULACIÓN DE SISTEMA ITS PARA LA GESTIÓN DE PLAZAS DE
APARCAMIENTO UTILIZANDO ENFOQUES IPV6 Y ARQUITECTURAS
ORIENTADAS A SERVICIOS**

JHEIMY NATALIA PINEDA TARAZONA

Trabajo de grado
Modalidad: Proyecto de investigación

Director
Luis Felipe Herrera Quintero Ph. D.

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
BOGOTÁ D.C.
2014**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, Mayo 29 de 2014

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre Ana

Mi madre, Ana Helia Tarazona Pérez (QEPD), por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Eduardo

Por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundido siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi hermano Jeisson

Por estar conmigo y apoyarme siempre, aconsejarme y los consejos brindados siempre.

A mis maestros

Por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis, por su apoyo ofrecido en este trabajo, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	16
1. ANTECEDENTES	18
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	.22
3. OBJETIVOS	.23
3.1 OBJETIVO GENERAL	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4. MARCO REFERENCIAL	24
4.1 MARCO TEÓRICO	24
4.1.1 Sistemas inteligentes de transporte	24
4.1.2 Protocolo IPv6	25
4.1.3 Arquitecturas orientadas a servicios	25
5. ALCANCE Y LIMITACIONES	.27
6. METODOLOGÍA PROPUESTA	28
7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	29
8. PRODUCTOS A ENTREGAR	30
9. INSTALACIONES Y EQUIPO REQUERIDO	31
9.1 SOFTWARE	31
9.2 HARDWARE	31
10. PRESUPUESTO	32
11. ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN	33
12. ESTADO DEL ARTE	34

12.1 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE	34
12.1.1 Contexto histórico	35
12.1.2 Problemáticas	36
12.2 SISTEMAS DE APARCAMIENTO EXISTENTES	38
12.2.1 Sistemas de aparcamiento con asignación automática de plazas	38
12.2.1.1 Sistema guiado automático para aparcamientos óptimos	38
12.2.1.2 Sistema de control y guiado para aparcamientos	38
12.2.1.3 Sistema ParkHelp	39
12.2.2 Sistemas de aparcamiento que incluyen aspectos de seguridad	39
12.3 DIFICULTADES DE LOS SISTEMAS DE PARQUEADERO EXISTENTES	44
12.3.1 La seguridad que ofrecen estos parqueaderos no es suficiente además de ser costosa	45
12.3.2 Ninguna de estas alternativas integra en un solo sistema ambos aspectos, seguridad y asignación de plazas, de modo que se garantice la fiabilidad de los vehículos a la vez que se permita una asignación automática de plazas	45
12.3.3 La falta de una tecnología que permita la asignación de una única plaza a cada usuario, ofreciendo una mayor personalización y una mayor autonomía en la gestión del mismo	46
12.4 PROTOCOLO IPV6	..46
12.5 PROTOCOLO IPV4	..48
12.6 SOA (ARQUITECTURAS ORIENTADAS A SERVICIOS)	..51
12.6.1 Objetivos de una Arquitectura Orientada a Servicio (SOA)	..51
12.6.1.1 Desde el punto de vista empresarial	52
12.6.2 Beneficios para el negocio	52
12.6.2.1 Desde el punto de vista tecnológico	52

12.6.2.2 Beneficios Tecnológicos	53
12.6.2.3 Entendiendo la Arquitectura Orientada a Servicio (SOA)	53
12.6.3 Patrones SOA.	55
12.6.3.1 Cliente Directorio Servicio	55
12.6.3.2 Adaptación.	55
12.6.3.3 Determinando Cambios	56
12.6.3.4 Redefinición.	56
12.6.3.5 Creando flexibilidad.	57
12.6.4 Términos y definiciones SOA	59
12.6.5 ¿Porque SOA?	60
12.6.6 Características SOA	61
12.6.7 Protocolos SOA	61
13. DISEÑO DEL SISTEMA	63
13.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO	63
13.2 ALCANCE DEL SISTEMA	65
13.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA	66
13.4 ARQUITECTURA DEL SISTEMA.	67
13.5 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES	69
13.6 ANTECEDENTES DEL SISTEMA	70
13.7 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	71
13.8 RECONOCIMIENTO DEL PROBLEMA	71
13.8.1 Ámbito del sistema	71
13.8.2 Estudio de la arquitectura	72

13.8.3 Especificación de las Alternativas	73
13.8.4 Alternativas de tecnología hardware	73
13.8.5 Tipología de los usuarios finales	73
14. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA	74
14.1 HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	74
14.2 SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA	75
14.2.1 Tecnología hardware	75
14.2.2 Tecnología software	75
14.2.2.1 Sistema operativo	75
14.2.2.2 Suite ofimática	75
14.2.2.3 Plataforma	76
14.2.3 Desarrollo e implementación	76
14.2.4 Lenguajes de programación	77
14.2.4.1 Características	77
14.2.4.2 Aplicaciones	78
14.2.5 Descripción del sistema	78
15. ANALISIS Y RESULTADOS	.80
16. CONCLUSIONES	84
BIBLIOGRAFÍA	.85

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Rótulos indicadores	34
Figura 2. Leds de alta luminosidad	34
Figura 3. Letreros indicadores	35
Figura 4. ParkHelp	35
Figura 5. Sistema móvil inalámbrico	36
Figura 6. Alarma inalámbrica	37
Figura 7. Monitor portable	37
Figura 8. Tecnología TRANSIT	38
Figura 9. Bolardo fijo	38
Figura 10. Sistema de video vigilancia	38
Figura 11. Barrera de entrada	39
Figura 12. Cepo guarda aparcamiento	39
Figura 13. Analista de aparcamiento	40
Figura 14. Lector de matrículas	40
Figura 15. Crecimiento de usuarios que usan internet	43
Figura 16. Diseño del sistema	62
Figura 17. Arquitectura del sistema	63
Figura 18. Interfaz principal del sistema	64
Figura 19. Visualización google maps	64
Figura 20. Mapa indicando parqueaderos cercanos libres y ocupados	79
Figura 21. Datos ingresados	80

Figura 22. Búsqueda de una dirección	81
Figura 23. Tiempo de respuesta usando IPv6	81

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Cronograma de actividades	25
Tabla 2. Productos a entregar	26
Tabla 3. Presupuesto global del proyecto	27
Tabla 4. Términos y definiciones SOA	54
Tabla 5. Tiempo de respuesta datos ingresados	77
Tabla 6. Tiempo de respuesta buscando una dirección	79
Tabla 7. Tiempo de respuesta con IPv6	80

GLOSARIO

ARQUITECTURAS ORIENTADAS A SERVICIOS: Este tipo de arquitecturas establecen una referencia de diseño para la integración de aplicaciones para que de alguna u otra manera se pueda acceder a sus funcionalidades desde la red, éstas se ofrecen como servicios.

GPS: Sistema Global de Navegación, permite fijar la posición de un objeto, persona o vehículo.

ITS: Sistemas Inteligentes de Transporte, se refieren a una gran variedad de herramientas y conceptos relacionados con las áreas de ingeniería, software, hardware y tecnologías de comunicaciones, aplicados de forma integrada a los sistemas de transporte para mejorar su eficiencia

PROTOCOLO IPV6: Es una versión del protocolo Internet Protocol (IP), diseñada para reemplazar a Internet Protocol versión 4 (IPv4), que actualmente está implementado en la gran mayoría de dispositivos que acceden a Internet.

SOAP: Es un protocolo estándar que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambio de datos XML

TIC: Son tecnologías de la información y de comunicaciones, constan de equipos de programas informáticos y medios de comunicación para reunir, almacenar, procesar, transmitir y presentar información en cualquier formato es decir voz, datos, textos e imágenes.

XML: Es un lenguaje de marcas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C) utilizado para almacenar datos en forma legible. Deriva del lenguaje SGML y permite definir la gramática de lenguajes específicos para estructurar documentos grandes.

RESUMEN

El tráfico urbano es hoy complicado en la mayoría de las áreas metropolitanas de los países desarrollados en las que la congestión se ha convertido en un problema cotidiano de difícil solución. Un problema que produce efectos indeseados en la movilidad de los conductores y peatones. El incumplimiento de los horarios en los transportes públicos, el incremento del tiempo de los viajes en transporte público y privado, la polución del aire y niveles sonoros intolerables que llegan a afectar seriamente la salud son algunos de esos efectos. Todo ello redundando en una merma evidente del bienestar de la población, pero además, tiene su correlato en importantes pérdidas económicas.

Una de las respuestas más eficientes al problema de la congestión radica en el uso intensivo de sistemas informáticos y de las telecomunicaciones aplicadas a la gestión del tráfico. En efecto, los denominados Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) están siendo un eficiente apoyo para el ciudadano y para las instituciones públicas en el intento de paliar los problemas de congestión de los transportes urbanos e interurbanos, no solamente ayudando a mejorar su movilidad sino haciéndola más sostenible. Un breve estado de la cuestión de estos sistemas en lo que se refiere a las nuevas aportaciones desarrolladas en los últimos años y sus principales aplicaciones, será el objetivo de este trabajo.

Palabras clave: Sistemas Inteligentes de Transporte, movilidad sostenible, transporte público, sistemas de transporte rápido personal.

ABSTRACT

Urban traffic today is complicated, in the majority of developed metropolitan areas in which traffic congestion has become a hard-to-solve everyday problem, a problem which creates undesired effects in the mobility of drivers and pedestrians. The misfollowed mass transport timetables, the increase in travel time in both private and public transport, air pollution and intolerable loudness levels are some of these effects. All of these cause an evident drop in the population's general wellbeing, but also originates important economic losses.

Among the most efficient solutions to the problem of traffic congestion is the intensive use of informatics and telecommunications systems applied to traffic management. In effect, ITS (Intelligent Transport Systems) are currently providing the citizen and public institution with an efficient support towards the attempt of solving the congestion problems in urban and interurban transports, not only helping to improve mobility but also its sustainability. The target of this study is to identify the state of the art of such systems, in what concerns new applications developed during the past few years.

Keywords: Intelligent Transporte System, sustainable mobility, public transport, fast personal transport systems.

INTRODUCCIÓN

El siglo XXI ha sido sin duda alguna uno donde se ha aumentado fuertemente la población. Tal hecho repercute en todos los sectores económicos y lleva por inercia misma el crecimiento urbano. En este sentido y en especial, el sector del transporte toma gran relevancia, dado que todas las personas requieren movilizarse a través de las diferentes ciudades, entre ellos y demás. En este sentido, los países en vía de desarrollo impulsan el crecimiento urbano y existen más ciudades en las que viven más de diez millones de habitantes. Es por ello que uno de los sectores económicos más importantes para el desarrollo de las mismas es el transporte.

En el caso concreto del transporte, una de las nuevas áreas que más ha ayudado a avanzar tecnológicamente a las ciudades son los Sistemas Inteligentes de Transporte, área dedicada a la integración, escalabilidad, interoperabilidad, compatibilidad de tecnologías empleadas en las distintas aplicaciones del transporte. Junto a esto uno de los grandes retos de nuestra sociedad actual es resolver los problemas de transporte y movilidad de forma eficiente y sostenible.

En la actualidad, los principales problemas en cuanto al transporte son la congestión, la seguridad vial, la ineficiencia y la pérdida de productividad. Dado que el transporte es parte integral de casi todos los procesos productivos y de distribución industrial. Dichos problemas precisan de nuevas soluciones que hagan del transporte un medio sostenible. La aplicación de las nuevas tecnologías de la información a los transportes contribuye decisivamente a ese objetivo. La innovación se hace presente en los medios de transporte a través de la incorporación de los ITS.

Los ITS tienen como objetivo dar respuesta, a las necesidades del transporte, aplicando para ello las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) y otro tipo de nuevos paradigmas y tecnologías enfocados a servicios. Su campo de aplicación es muy grande y ha adquirido notable desarrollo en todos los modos de transporte (aéreo, ferroviario, marítimo, terrestre). Sin embargo, es el ámbito por carretera donde las aplicaciones son más variadas, donde pueden ofrecer mayores ventajas y donde previsiblemente van a alcanzar los resultados de mayor impacto social y económico. Los ITS surgen como solución a la creciente demanda de movilidad, fundamentalmente en el ámbito urbano.

Los ITS se enfocan en varias soluciones y aplicaciones, no obstante una de las que será abordada en este trabajo de grado es la gestión de las plazas de

aparcamiento, área de los ITS coyuntural que aporta en la movilidad en las ciudades y que es de gran relevancia para las mismas. En este trabajo de grado, modalidad trabajo de investigación, se realizará una simulación de un sistema de gestión de plazas de aparcamiento donde se detectarán las plazas libres de un parking para buscar soluciones viables a los problemas que se presentan en las ciudades debido al abundante tráfico y las largas distancias recorridas para conseguir una plaza de aparcamiento y así mejorar de manera notable ciertos problemas que son causados por esto, por ejemplo, la movilidad, la reducción de tiempos en los viajes, disminución del tráfico, reducción de contaminación; esto se realizará y se llevará a cabo haciendo uso de nuevas herramientas tecnológicas como el protocolo ipv6 y las indiscutibles y ya en notable crecimiento arquitecturas orientadas a servicios.

1. ANTECEDENTES

El concepto transporte se usa para designar el proceso, los medios y los sistemas mediante los cuales, unos objetos dotados de significado social, son trasladados a través del espacio y el tiempo. El transporte implica el movimiento de esos objetos hasta una nueva localización, con ayuda de algún mecanismo consumidor de energía y a través de un medio ambiente, teniendo consecuencias físicas y sociales que pueden ser intencionadas o no.

Debido a la importancia que ha tomado en los últimos años el uso y la implementación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en los diferentes sectores de la economía, gracias a su carácter transversal y a que facilitan los procesos productivos propios de cada uno de éstos, llegando a ser consideradas como motor de crecimiento y desarrollo en los últimos años.

La aplicación de las TIC en este sector tanto en términos de infraestructura como de su operación, se constituye en un elemento diferenciador que permite entre otras, establecer comunicaciones más ágiles, disminuir las congestiones del tráfico, reducir el tiempo normal utilizado por un viajero en sus traslados, aumentar la seguridad vial, entre otras, mejorando de esta manera, su eficiencia, competitividad y productividad.

Teniendo en cuenta que el sector transporte es uno de los más importantes para el desarrollo de las ciudades y las naciones, por el alto impacto que genera en la calidad de vida de las personas, en el crecimiento económico y en el comercio, especialmente, en una era en donde la globalización exige un transporte más eficiente y económico; los mayores beneficios del uso y apropiación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se constituyen en un elemento importante que le permite entre otras, establecer comunicaciones más ágiles, disminuir las congestiones del tráfico, reducir el tiempo normal utilizado por un viajero en sus traslados, aumentar la seguridad vial, mejorando de esta manera, la eficiencia, la competitividad y la productividad del país, para lograr un aumento de la seguridad de los servicios ofrecidos, mejoras en la calidad, oportunidad, tiempos y en la reducción de costos, principalmente.

La implementación de tecnologías asociadas a las actividades propias del sector, como la localización y la organización de flotas de vehículos, el diseño de rutas, semaforización, creación de vehículos inteligentes, así como la construcción de carreteras inteligentes, etc., ha dado lugar a lo que se conoce como Sistemas Inteligentes de Transporte.

En una forma más amplia, los ITS hacen referencia a la integración de infraestructura tecnológica, sistemas informáticos y de telecomunicaciones al

servicio de los procesos que se involucran en el sector transporte, incluyendo el aéreo, marítimo y terrestre.

Como se puede ver en diferentes áreas y ámbitos de las ciudades del mundo, ya sea económico, social, político, educativo, transporte y demás; hay muchas problemáticas que afectan a los habitantes y a las ciudades de una u otra manera. En cuanto al ámbito del transporte las principales problemáticas son el aumento del tráfico en las ciudades, la contaminación, la gran cantidad de tiempo que se demoran los habitantes en hacer sus recorridos de un lugar a otro a causa de la falta de movilidad que hay en las ciudades del mundo.

Por lo mencionado anteriormente, se han ido buscando diferentes soluciones y demás a estos problemas, entre las cuales se encuentran los diferentes desarrollos y avances tecnológicos que han tenido los ITS a nivel mundial, entre sus soluciones se encuentran los siguientes:

- **Sistemas Avanzados de Gestión del Tráfico (ATMS):** Estos se encargan de detectar situaciones del tráfico, los transmite al centro de control a través de redes de comunicaciones y, luego desarrolla estrategias de control del tráfico mediante la combinación de todos los tipos de información de tráfico. Por otra parte, este sistema hace uso de instalaciones para controlar el tráfico y transmite la información a los conductores y los departamentos relacionados, implementando de esta forma medidas de gestión del tráfico, tales como la medición de la rampa, control de señales, control de velocidad, gestión de incidentes, peajes electrónicos y control de la alta ocupación de vehículos.
- **Sistemas Avanzados de Información para viajeros (ATIS):** Estos sistemas hacen uso de tecnologías de comunicaciones avanzadas, las cuales permiten que los usuarios tengan acceso a la información de las vías y/o carreteras en tiempo real, en el vehículo, en la casa, en la oficina o al aire libre, convirtiéndose ésta herramienta como la referencia a la hora de elegir modos de transporte, viajes y rutas de viaje. Este tipo de sistemas incluyen principalmente señales intercambiables de mensajes, sistemas de georeferenciación satelital (GPS), conexión a Internet, teléfono, televisión por cable, y móviles.
- **Operaciones de Vehículos Comerciales (CVO):** Aplica la tecnología de las soluciones mencionadas anteriormente en la operación vehículos comerciales, tales como camiones, buses, ambulancias y taxis con el fin de mejorar la eficiencia y la seguridad.
El sistema incluye principalmente el control automático de vehículos, la gestión de la flota, equipos de programación y pago electrónico.

- **Sistemas Avanzados de Control y Seguridad de Vehículos (AVCSS):** Estos sistemas aplican tecnologías avanzadas en vehículos y carreteras, y ayudan a los conductores a controlar sus vehículos con el fin de reducir accidentes y mejorar la seguridad del tráfico. Este sistema incluye principalmente de alerta y control anti-colisión, asistencia al conductor, control lateral y longitudinal automático, y los planes a largo plazo de la conducción automática y de sistemas automáticos de carreteras.
- **Sistemas Avanzados de Transporte Público (APTS):** Aplica la tecnología de ATMS, ATIS y AVCSS en el transporte público con el fin de mejorar la calidad del servicio, y aumentar la eficiencia y el número de personas que hacen uso del transporte público. Estos sistemas incluyen principalmente vigilancia automática de vehículos, VPS, equipos de programación y boletos electrónicos.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente se puede ver claramente que en el mundo en general se han venido implementando diferentes soluciones involucradas directamente con los ITS para ir ofreciendo ciertos beneficios y soluciones a los usuarios que tienen vehículos en el mundo. Este trabajo se va a centrar principalmente en la solución relacionada con la gestión de plazas de aparcamiento, es decir, con Sistemas Avanzados de Información para viajeros (ATIS). Se desea realizar una simulación referente a esta aplicación ITS ya que en Colombia actualmente no se tienen varios tipos de soluciones que permitan de alguna u otra manera el mejoramiento continuo del tráfico y la seguridad de los vehículos.

Por lo tanto, la simulación para la gestión y el control de plazas de aparcamiento es viable, eficiente y beneficiosa ya que le permitirá a los usuarios notar de manera continua y eficaz los beneficios de esta solución para los sistemas de transporte tales como manejar la información durante el viaje, guía de ruta, servicios de información sobre el viaje, control de tráfico, información del transporte público durante el viaje, ubicación de las plazas de aparcamiento más cercanas a un punto en el cual se encuentre ubicado, entre otros.

Actualmente los sistemas de seguridad con que cuentan la mayoría de los aparcamientos carecen de elementos que permitan que las plazas estén protegidas, o de otros mecanismos de seguridad como el del envío de alertas tanto al usuario como al operador. Además no ofrecen la comodidad de uso eficiente ya que el usuario debe encontrar él mismo su plaza libre.

En definitiva, estos sistemas de aparcamiento plantean los siguientes problemas:

- La limitación del nivel de seguridad que ofrecen los aparcamientos actuales que será mejorada gracias a las tecnologías que van a ser empleadas en este proyecto y a la posibilidad de envío de alertas tanto al usuario como al

operador, a su ordenador o a su móvil indicándole situaciones anormales detectadas por el sistema dentro del aparcamiento.

- La necesidad de asignación individual de plazas de aparcamiento, aportando una identificación independiente para cada usuario de forma cómoda y segura. De esta forma se producirá una disminución de los tiempos de búsqueda, así como un aumento de la satisfacción de los usuarios.
- Los costos de personal en algunas ocasiones son muy altos, y se ven disminuidos al automatizar el estacionamiento siendo posible reducir la cantidad de operadores que cumplen la labor de control, entrega de tickets, etc.
- Falta de un uso y distribución más eficiente del aparcamiento, de esta manera se optimizarán las plazas, gracias a políticas de llenado, cerrando y abriendo zonas o plazas según sea necesario.
- Carencia de un buen control para poder incrementar los ingresos a través de una mejora del mismo, puesto que el control reduce drásticamente la evasión y el fraude en el cobro porque todo está conectado, el ingreso, el pago y la salida sin permitir al operador modificar las horas ni las tarifas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El ámbito en el que se enmarca esta investigación es el de los ITS, más concretamente en lo relacionado a la gestión y el control de plazas de aparcamiento, ya que es un problema que se presenta a menudo en las ciudades al momento de culminar el viaje, antes o durante el viaje.

Por lo tanto el aporte de este trabajo es realizar una investigación para generar la simulación de un sistema de gestión de plazas de aparcamiento para los Sistemas Inteligentes de Transporte haciendo énfasis y uso de nuevas tecnologías, por ejemplo, el nuevo protocolo de Internet IPv6, que ha apoyado de alguna u otra manera las arquitecturas orientadas a servicios.

Teniendo en cuenta que las grandes ciudades del mundo cuentan con un ITS¹ y en la ciudad de Bogotá DC una de las problemáticas a solucionar consiste en el manejo y la gestión de plazas de aparcamientos para facilitar la ubicación y el estacionamiento de los vehículos tanto en origen como en destino, para lo que hace falta espacio suficiente y un mínimo de facilidades para llegar a él. Desde hace bastantes años se han diseñado y puesto en marcha para informar al usuario de la disponibilidad de plazas libres.

Dadas estas condiciones, este trabajo de investigación dentro de sus propósitos plantea como hipótesis de partida la realización de una simulación de un sistema de control y gestión de las plazas de aparcamiento con el fin de facilitar a los usuarios la ubicación más cercana de cada una de estas dependiendo de la zona en la que se encuentre ubicado; y de esta manera mejorar los diferentes problemas de movilidad que se presentan en la ciudad.

La investigación realizada servirá como guía para la implementación de un ITS de un sistema de gestión y control de plazas de aparcamiento usando nuevos enfoques tecnológicos como los nuevos protocolos de IP y las arquitecturas orientadas a servicios (SOA).

¹ HERRERA QUINTERO, Luis Felipe. 2011. Modelo de prestación de servicios ITS de valor agregado: aplicación a los sistemas de gestión de aparcamiento. Pág. 28. Tesis doctoral.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Simular una solución ITS, para la gestión de plazas de aparcamientos utilizando enfoques IPv6 y arquitecturas orientadas a servicios.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un estado del arte acerca de los Sistemas Inteligentes de Transporte incluyendo una revisión bibliográfica sobre protocolo IPv6 y arquitecturas orientadas a servicios.
- Diseñar el sistema que apoyará la gestión de plazas de aparcamiento como una solución de los Sistemas Inteligentes de Transporte.
- Implementar un sistema que permita simular el control y la gestión de plazas de aparcamiento como solución de los Sistemas Inteligentes de Transporte.
- Analizar los resultados obtenidos en la etapa de diseño y simulación del sistema.

4. MARCO REFERENCIAL

A continuación se hará una breve descripción de los términos más importantes, necesarios y relevantes que serán usados en el desarrollo del trabajo y son de gran relevancia para cumplir a cabalidad los objetivos propuestos en el mismo y conseguir al final un producto de calidad.

4.1 MARCO TEÓRICO

4.1.1 Sistemas inteligentes de transporte. En el mundo actual la función de los organismos oficiales y departamentos de transporte ha evolucionado de manera importante; la labor principal de estas agencias se ha expandido, mucho más allá de las tareas de construcción y mantenimiento de infraestructura de transporte, a encargarse también de la operación de las redes, para lograr mejoras en seguridad, fluidez, confiabilidad, comodidad y eficiencia. “Mejorar la movilidad y la seguridad, reducir el consumo de combustible y la emisión de contaminantes, así como ofrecer información dinámica y efectiva al viajero, son las principales metas del mercado en nuestros días”.²

Con el fin de manejar las redes de transporte de manera eficiente, la operación de las mismas se ha convertido en foco de atención primordial, por lo que se han venido utilizando los Sistemas Inteligentes de Transporte como herramientas que hacen posible dicha eficacia. Los sistemas ITS aplican tecnología a los sistemas de transporte para solucionar problemas y lograr un óptimo funcionamiento.

Se hace uso de los Sistemas Inteligentes de transporte para realizar mejoras y obtener beneficios en seguridad, capacidad, fluidez, comodidad; hay que ver más allá del enfoque en construcción y mantenimiento que se ha tenido durante las últimas 5 décadas.

- ITS se trata de la aplicación de tecnologías avanzadas y otros esquemas de operación en el transporte.
- ITS es la herramienta más importante de un programa de operación.
- Comparado con la infraestructura, el costo de ITS es bajo y el indicador costo-beneficio es muy alto.

² FLEMMING, G. 2010. Sistemas inteligentes de transporte. [Documento en línea]. Citado en [<http://www.calymayor.com.mx/website/documentos/its.pdf>]

- Un sistema ITS bien diseñado, bien construido y bien operado, ofrece beneficios muy marcados desde el principio.
- En EEUU y otros países hemos visto un enfoque y crecimiento de sistemas ITS en los últimos 10 años en la operación de transporte.

4.1.2 Protocolo IPv6. El despliegue de IPv6 se inició en el año 2.002, momento en el cual ya se podía considerar estandarizado en los aspectos básicos que prácticamente lo equiparaban a IPv4.

En ese momento, la mayoría de los fabricantes de Sistemas Operativos ofrecían IPv6 en sus productos, al igual que los fabricantes de equipamiento de redes (encaminadores fundamentalmente), con diferentes grados de madurez y soporte técnico y/o comercial.

En ese mismo año se producen los primeros grandes despliegues en el mundo, siendo el caso más relevante posiblemente el de NTT, que no sólo ofrecía IPv6 en sus redes “intercontinentales”, sino también decidía que era más viable utilizar IPv6 multicast (multidifusión), aun cuando hubiera que desplegarlo partiendo de cero, que IPv4 multicast para poder lanzar los servicios comerciales de IPTV.

El protocolo IPv6 tiene las características siguientes:

- Nuevo formato de encabezado.
- Espacio de direcciones más grande.
- Infraestructura de direcciones y enrutamiento eficaz y jerárquica.
- Configuración de direcciones con y sin estado.
- Seguridad integrada.
- Mejora de la compatibilidad para la calidad de servicio (QoS).
- Nuevo protocolo para la interacción de nodos vecinos.
- Capacidad de ampliación.

4.1.3 Arquitecturas orientadas a servicios. SOA es un concepto de diseño de arquitectura que describe un sistema o software en términos de servicios (considerados como componentes) y la relación entre éstos (denominada composición).

Con SOA, los sistemas son altamente escalables ya que reflejan el negocio de la

organización y utilizan capacidades distribuidas bajo el control de diferentes propietarios y dominios. Lo que provee una forma bien definida de ofrecer, descubrir, interactuar y usar dichas capacidades para producir los efectos deseados de manera consistente y medible.

El concepto de SOA ha evolucionado a través de los últimos años. SOA es un estilo de arquitectura de software que promueve el desacople entre componentes de forma que se puedan reutilizar. Es una nueva forma para crear aplicaciones con las siguientes características:

Los servicios son componentes de software que han publicado contratos/interfaces; estos contratos son independientes de la plataforma, lenguaje y sistema operativo.

XML y SOAP (Simple Object Access Protocol) están permitidos por que son estándares independientes de la plataforma.

Los consumidores pueden descubrir servicios dinámicamente.

Los servicios son interoperables.

Otro concepto es que SOA es un estilo de arquitectura cuyo propósito primordial es lograr un débil acoplamiento entre los componentes de software que interactúan entre sí. Bajo este modelo se entiende cada servicio como un componente que se ejecuta de principio a fin sin interrupción, que realiza una unidad de trabajo para realizar una tarea particular.

5. ALCANCE Y LIMITACIONES

El mejoramiento y simulación de un sistema de control y gestión de plazas de aparcamiento a partir de la ingeniería colombiana permitirá potenciar la investigación acerca de temas que han sido de gran importancia para grandes empresas de control y automatización con lo cual tanto el sector académico como la industria colombiana encontrara en otros temas de investigación.

La investigación permitirá una mejor perspectiva en los temas relacionados con protocolos de internet, arquitecturas orientadas a servicios, nuevas tecnologías y gestión de plazas de aparcamiento, por lo cual en un posterior proceso de actualización y mejoramiento del tráfico y la movilidad, el distrito estará preparado para estudiar más a fondo las necesidades tecnológicas a partir de la experiencia adquirida de acuerdo a la investigación y sus posteriores conclusiones.

La simulación de sistemas de control y gestión de plazas de aparcamiento usando tecnologías avanzadas, esto permitirá tener un punto de partida acerca de términos de calidad, presentación y avance tecnológico en la ingeniería colombiana en el campo de la investigación.

Una limitación importante es la falta de conocimiento sobre los diferentes términos y conceptos usados en este proyecto para tener un producto final de alta calidad y competitividad, teniendo en cuenta que dentro de los alcances del mismo.

El proyecto se realizara en un límite de tiempo de 4 meses, desarrollando así todas sus etapas correspondientes para alcanzar los objetivos propuestos.

Se plantea construir un estado del arte acerca de los Sistemas Inteligentes de Transporte con referenciación bibliográfica de los protocolos de comunicación y las arquitecturas orientadas a servicios, para realizar el diseño e implementación de una solución y finalmente realizar un análisis de los resultados obtenidos con estos enfoques.

6. METODOLOGÍA PROPUESTA

En el desarrollo de este trabajo se utilizará el método científico hipotético-deductivo a través del cual se partirá de la creación de una hipótesis para explicar un problema, que traerá consigo deducción de consecuencias o proposiciones y verificación de resultados y conclusiones.

6.1 TIPO DE ESTUDIO

- Hipotético – Deductivo

6.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

- Internet
- Libros sobre: redes, protocolos de Internet, Sistemas Inteligentes de transporte, Arquitecturas Orientadas a Servicios
- Artículos sobre los temas relacionados
- Tesis y documentos
- Videos y artículos relacionados

7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 1. Cronograma de actividades

Nombre de la tarea	Duración	Inicio	Finalizar
Entrega anteproyecto	19	20/01/14	18/02/14
Análisis de requerimientos	20	19/02/14	03/03/14
Buscar y comparar tecnologías	6	19/02/14	24/02/14
Entrega primer anexo	1	26/02/14	26/02/14
Elegir alternativa final	10	26/02/14	02/03/14
Entrega segundo anexo	1	03/03/14	03/03/14
Diseño	16	03/03/14	20/03/14
Diseño interfaz usuario	10	03/03/14	13/03/14
Diseño detallado	7	13/03/14	20/03/14
Programación	20	20/03/14	14/04/14
Documentación	30	14/04/14	14/05/14
Aprobación del proyecto	1	17/05/14	17/05/14

Fuente. La autora

8. PRODUCTOS A ENTREGAR

Al finalizar el desarrollo del proyecto los productos que se van a entregar son los siguientes:

Tabla 2. Productos a entregar

PRODUCTOS A ENTREGAR		
TIPO	NOMBRE DEL PRODUCTO	FECHA DE ENTREGA
Documento	Anteproyecto de grado	
Documento	Trabajo de grado	
Poster	Presentación del proyecto	
CD	Trabajo final proyecto	
Aplicación	Trabajo final del proyecto	

Fuente. La autora

9. INSTALACIONES Y EQUIPO REQUERIDO

Durante el desarrollo de este proyecto se hará uso de hardware y software del cual se hará la descripción a continuación:

9.1 SOFTWARE

- Microsoft Office 2007
- Navegadores de internet
- Visual Studio 2010
- MySQL

9.2 HARDWARE

- Equipo con procesador Intel Pentium Inside Dual 2,17 GHz 4 GB memoria RAM
- Sistema operativo Microsoft Windows Vista

9.3 RECURSOS HUMANOS

En este proyecto intervendrán la estudiante Natalia Pineda Tarazona, y el ingeniero Luis Felipe Herrera, quien estará a cargo del proyecto y será el tutor del mismo.

10.PRESUPUESTO

Tabla 3. Presupuesto global del proyecto

PRESUPUESTO GLOBAL DEL PROYECTO		
	INGRESOS	EGRESOS
INGRESOS		
Auxilio o patrocinio para la elaboración del trabajo.	-----	-----
EGRESOS		
Equipo requerido		
Equipo con procesador Intel Pentium Inside Dual 2,17 GHz 4 GB memoria RAM Sistema operativo Microsoft Windows Vista	-----	-----
Materiales		
Fotocopias Impresiones Poster	-----	\$100.000
Transporte	-----	\$200.000
Imprevistos	-----	\$100.000
Totales	-----	\$400.000

Fuente. La autora

11. ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN

Como estrategia de divulgación del proyecto se realizara:

- El diseño de un poster, el propósito del póster es captar la atención del público con su diseño, y al mismo tiempo transmitir de forma clara las generalidades del trabajo (lo que seguramente motivará a las personas a preguntar por los detalles).
- CD en el que se evidenciara y estará incluido el trabajo, el diseño del poster, el artículo y demás documentos que soporten el desarrollo y el procedimiento llevado a cabo durante la ejecución del proyecto planteado y el cumplimiento de sus objetivos.

12. ESTADO DEL ARTE

En este trabajo investigativo, se va a realizar un análisis para conocer el área y el contexto en el cual se va a desarrollar el problema y las limitaciones que se tendrán en cuenta para llevar a cabo su desarrollo y la solución que se dará para efectuar este trabajo de grado. A continuación se va a especificar el contexto en el cual se va a desarrollar el planteamiento del problema y su solución.

Los Sistemas Inteligentes de Transporte consisten en la aplicación de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación y ayudan de alguna u otra manera a afrontar los retos y avances en el transporte en diferentes áreas y ámbitos, por ejemplo, educativo, económico, social, político, entre otros.

Como se verá a continuación, los sistemas que actualmente existen relacionados con la seguridad en los aparcamientos o la asignación automática de plazas tienen algunos inconvenientes.

El propósito de este estudio es aportar una serie de conocimientos básicos de carácter técnico, necesarios para conocer IPv6 y arquitecturas orientadas a servicios, su funcionamiento y el estado actual de su implementación a nivel mundial para posteriormente entrar a conocer los posibles problemas y soluciones.

12.1 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE

El sector transporte se encuentra ante un futuro relativamente incierto. La demanda presenta una tendencia claramente ascendente en todos los segmentos, este propio crecimiento hace que en determinados ámbitos se presenten importantes problemas. La falta de actuación adecuada puede llegar a suponer un freno al crecimiento de la actividad económica y social, colapsando las grandes ciudades y afectando sectores críticos para la economía, como el turismo. Aunque en ciertos casos las soluciones más o menos convencionales de creación de infraestructuras pueden resolver los problemas, en muchos otros no es posible adoptar medidas y el recurso a las nuevas tecnologías es una necesidad.

El transporte es una pieza fundamental del desarrollo económico y social, pero su propio éxito lo hace enfrentarse a importantes problemas: congestión, accidentes, etc. El transporte representaba el problema de infraestructura más importante para las ciudades en todas sus fases de desarrollo ya que su eficacia es esencial para la competitividad económica de la ciudad. Debido al alto grado de desarrollo de tecnologías surgieron los Sistemas Inteligentes de Transporte.

12.1.1 Contexto histórico. “En la década de los 80, una década especialmente significativa porque convergen en ella un conjunto de innovaciones relevantes, estas innovaciones prepararon la revolución que se produciría a mitad de la década de los 90 y que supuso la convergencia de la innovación tecnológica y de la información digitalizada a través de la red de redes, Internet”.³ Los Sistemas Inteligentes de Transporte surgen en la década de los años 90 pero los ITS no se entienden sin tomar en consideración la innovación en las TIC. Ya en la década del 2000, las tecnologías de la comunicación y transmisión de datos hicieron posible la consulta de datos en aparatos móviles.

Los ITS son definidos y conocidos actualmente como un conjunto de aplicaciones avanzadas dentro de la tecnología y el desarrollo informático y de las comunicaciones que, desde distintos ámbitos, como lo son el entorno social, económico y ambiental, están destinadas a mejorar la movilidad, seguridad y productividad del transporte, para de esta manera optimizar la utilización de las infraestructuras existentes, aumentando la eficiencia del consumo de energía y mejorando la capacidad del sistema de transporte.

El amplio campo de desarrollo tecnológico que se ha visto a diario en los ITS y su nivel y grado de complejidad permite multitud de clasificaciones teniendo en cuenta diversos criterios que van desde la tecnología usada hasta la tipología de los beneficios de los mismos en los usuarios que hacen uso de ellos. Los ITS se clasifican en cinco áreas funcionales:

- **Sistemas Avanzados de Gestión del Tráfico.** Estos se encargan de detectar situaciones del tráfico, los transmite al centro de control a través de redes de comunicaciones y, luego desarrolla estrategias de control del tráfico mediante la combinación de todos los tipos de información de tráfico. Por otra parte, hace uso de instalaciones para controlar el tráfico y transmite la información a los conductores y los departamentos relacionados, implementando de esta forma medidas de gestión del tráfico, tales como el control de señales, control de velocidad, gestión de incidentes, peajes electrónicos y control de la alta ocupación de vehículos.
- **Sistemas Avanzados de Información para Viajeros.** Estos sistemas hacen uso de tecnologías de comunicaciones avanzadas, las cuales permiten que los usuarios tengan acceso a la información de las vías y/o carreteras en tiempo real, en el automóvil, en la casa, en la oficina o al aire libre, convirtiéndose ésta herramienta como la referencia a la hora de elegir modos de transporte, viajes y rutas de viaje.

³ SEGUI, J. M, MARTINEZ, M. R. 2004. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Los sistemas inteligentes de transporte y sus efectos en la movilidad urbana e interurbana. [Documento en línea]. Citado en [<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-170-60.htm>]

Operaciones de Vehículos Comerciales. El sistema incluye principalmente el control automático de vehículos, la gestión de la flota, equipos de programación y pago electrónico.

- **Sistemas Avanzados de Control y Seguridad de Vehículos.** Estos sistemas aplican tecnologías avanzadas en vehículos y carreteras, y ayudan a los conductores a controlar sus vehículos con el fin de reducir accidentes y mejorar la seguridad del tráfico. Este sistema incluye principalmente la alerta y control anti-colisión, asistencia al conductor, control lateral y longitudinal automático, y los planes a largo plazo de la conducción automática y de sistemas automáticos de carreteras.
- **Sistemas Avanzados de Transporte Público.** Estos sistemas incluyen principalmente vigilancia automática de vehículos, VPS (Servidor Privado Virtual), equipos de programación y boletos electrónicos.

En la actualidad se puede notar a diario que hay una gran cantidad de avances tecnológicos en diferentes campos, este trabajo va a estar enfocado al campo del transporte y uno de los servicios y soluciones que le han brindado a los usuarios y sus beneficios y demás. Teniendo en cuenta también las diferentes necesidades de cada uno de los usuarios que hacen uso de estas tecnologías, entre las que se encuentran:

- Mejorar la infraestructura de transporte.
- Mejorar la movilidad en los diferentes países del mundo que hacen uso de estas tecnologías.
- Reducir los impactos medioambientales

12.1.2 Problemáticas. Entre las principales problemáticas que se conocen y se encuentran con respecto a los sistemas de transporte en la actualidad se encuentran las que serán descritas a continuación:

- **Movilidad:** Es uno de los factores más importante en el campo del transporte. La movilidad en las ciudades es de suma importancia ya que esta ayuda a poseer una economía flexible y a mejorar otros ámbitos de los países. En diferentes medidas y conceptos la movilidad también es un tema trascendental en el transporte ya que es gracias a las mejoras de esta que las personas pueden trasladarse de un lugar a otro con facilidad. No todas las personas necesitan la misma forma de movilizarse y trasladarse.
- **Congestión vehicular:** Este es sin duda uno de los problemas más grandes en el sector del transporte. Este problema se presenta debido al aumento de

vehículos que se presenta a diario en el mundo en general, y se encuentra muy relacionado con el tema de la movilidad.

- **Impactos medioambientales:** La contaminación siempre se ha visto como un problema, y el tipo de contaminación de los vehículos es del aire y el ruido

Uno de los principales problemas en el mundo que se presenta en el ámbito del transporte es la movilidad, para dicho problema se han venido implementando diversas soluciones con enfoques tecnológicos avanzados que ayudan de alguna u otra manera a mejorar de manera notable este problema en el mundo, reduciendo así los tiempos durante los viajes, la contaminación, la congestión vehicular, entre otros.

El desarrollo de este trabajo va a estar enfocado a las plazas de aparcamiento como una posible solución a estos problemas en el sector del transporte; ya que a través de éstas y haciendo buen uso de las mismas se puede mejorar de manera notable la movilidad en las ciudades; previniendo así los accidentes y la congestión vehicular que es vista a diario en las horas pico.

El uso y la aplicación de las TIC⁴ han ido facilitando muchos aspectos de la movilidad y el transporte en diferentes niveles, ya que gracias a éstas se ha venido generando el gran impacto y desarrollo tecnológico de los ITS.

Los ITS se enfocan en diversos y grandes campos y soluciones, siendo beneficiosos para todos los usuarios que hacen uso de los mismos; entre los cuales encontramos el pago electrónico de peajes, información al usuario de transporte público, difusión de información al viajero, monitoreo de velocidad, gestión de plazas de aparcamiento, entre otros.

Durante el proceso de este proyecto nos vamos a enfocar en la solución de la gestión de las plazas de aparcamiento; las plazas de aparcamiento son de gran importancia en las ciudades ya que éstas son las que le permiten a los usuarios mantener la seguridad de sus vehículos en horas determinadas y mientras realizan actividades en algún lugar cercano a las mismas. El principal objetivo de las plazas de aparcamiento es la reducción de tiempos, costos y problemas ambientales en las diferentes ciudades del mundo.

⁴ HERRERA, N. 2008. Incorporando las TIC's en el aula. [Documento en línea]. Citado en [http://www.eleducador.com/images/stories/documentos_descarga/Revistas_eleducador/1513_tics_2.pdf]

12.2 SISTEMAS DE APARCAMIENTO EXISTENTES

12.2.1 Sistemas de aparcamiento con asignación automática de plazas. En cuanto a los sistemas que existen con asignación automática de plazas, se implementan las siguientes medidas que serán descritas a continuación.

12.2.1.1 Sistema guiado automático para aparcamientos óptimos. El sistema de guiado automático para los aparcamientos óptimos permite controlar el estado de ocupación de un aparcamiento en tiempo real, y a partir de los datos obtenidos, localizar y señalizar a sus usuarios la ubicación y recorrido más corto hasta las plazas libres disponibles en ese momento. Esto es posible gracias al establecimiento de una verdadera red de comunicaciones que integra sensores volumétricos de presencia y / o paso de vehículos por ultrasonidos, rótulos indicadores y una unidad central informatizada.

Figura 1. Rótulos indicadores



Fuente. http://www.parkaregroup.com/guiado_optima.php

12.2.1.2 Sistema de control y guiado para aparcamientos. Otra ingeniería propone un Sistema de control y guiado para aparcamientos. Sus claros y funcionales elementos de guiado permiten la rápida detección de plazas libres gracias a la integración de los siguientes elementos: Software de gestión que centraliza la información del sistema y permite la localización de vehículos abandonados, Letreros indicadores que permiten visualizar la cantidad de plazas libres por áreas o en una determinada dirección y Sensores de ocupación que detectan la presencia de vehículos en cada plaza del aparcamiento e indican mediante sus LEDs de alta luminosidad el estado de ocupación de cada plaza mediante un código de colores.

Figura 2. Leds de alta luminosidad



Fuente. <http://www.espormadrid.es/2011/10>

Figura 3. Letreros indicadores



Fuente. <http://www.parking1mayo.com/node/35>

12.2.1.3 Sistema ParkHelp. El sistema ParkHelp ayuda al usuario a localizar eficazmente espacios de estacionamiento, a través de un sistema de información guiada. Cuando un cliente entra en el aparcamiento, el sistema guía de forma automática al vehículo directamente hasta el espacio libre más cercano, mediante paneles de información, que le indican la dirección que debe seguir. De esta manera ParkHelp gestiona óptimamente los espacios vacíos y minimiza el tiempo que el cliente invierte en localizar una plaza disponible.

ParkHelp dispone de paneles informativos, sensores e indicadores luminosos, contadores de paso y software de gestión.

Figura 4. ParkHelp



Fuente. <http://www.vocationvillage.com/services-or-products-as-your-career-focus/>

12.2.2 Sistemas de aparcamiento que incluyen aspectos de seguridad. Los sistemas que se han encontrado son los siguientes:

- **Parking Sentry.** Las estaciones de seguridad del sistema Parking Sentry, permiten a los usuarios utilizar alarmas inalámbricas de llamada de emergencia inmediata a los sistemas móviles e inalámbricos del personal. También facilitan localizadores que indicarán la posición de las personas que activen sus alarmas. Las alarmas y otros eventos pueden ser conducidos a cualquiera de los canales de radio portátil pudiendo oír cada trabajador las alarmas designadas a su área.

Figura 5. Sistema móvil inalámbrico



Fuente. <http://www.eoi.es/blogs/mtelcon>

Figura 6. Alarma inalámbrica



Fuente. <https://www.tiendaimaem.com/index.php>

- **Cámaras de circuito cerrado.** Las cámaras de televisión de circuito cerrado que están posicionadas a lo largo de los aparcamientos pueden mostrar todos los vehículos en movimiento o a través de los monitores portables. Cualquier cámara puede ser vista automáticamente como resultado de una alarma o manualmente a discreción de su personal.

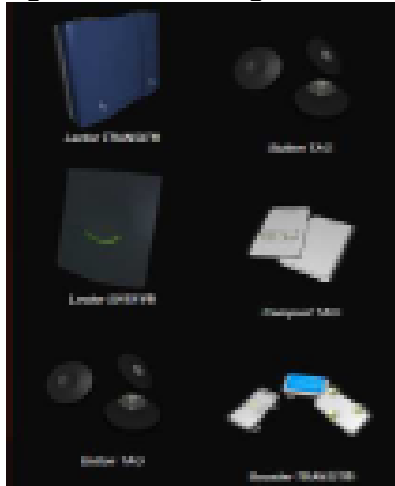
Figura 7. Monitor portable



Fuente. <http://www.dhgate.com/product/>

- **Sistema TRANSIT.** El sistema TRANSIT permite una identificación doble no ofrecida por ningún otro sistema. La utilización de la tecnología Boostergg TRANSIT permite al usuario identificar al vehículo y al conductor con dos ID diferentes y vinculados, de forma que el vehículo no puede acceder o abandonar el aparcamiento si no son identificadas ambas IDs.

Figura 8. Tecnología TRANSIT



Fuente. <http://web.utk.edu/~psa/>

- **Accesor.** Accesor hace proyectos específicos para realizar el control de accesos o instalar soluciones de video vigilancia con sensores de movimiento para aparcamientos públicos. Los sistemas Accesor permiten disponer, al mismo tiempo, de un sistema anti-pánico que reforzará la sensación de seguridad de los usuarios y/o vecinos ante situaciones de ataque, aviso y alerta.

Los sistemas de Control de paso Accesor incluyen: Barrera manual, Barrera automática, Pilonas o bolardos fijos, Pilonas automáticas o Disuasores abatibles de plazas de aparcamiento.

Para completar el sistema de seguridad de un aparcamiento, Accesor permite la integración de un sistema de video vigilancia CCTV para el control del recinto.

Figura 9. Bolardo fijo



Fuente. <http://www.divetis.es>

Figura 10. Sistema de video vigilancia



Fuente. <http://www.imdr.com.mx/portal/cctv.php>

Figura 11. Barrera de entrada



Fuente. <http://www.imdr.com.mx/portal/cctv.php>

- **Grupo Divetis.** Para controlar el acceso a la plaza de aparcamiento e impedir la invasión de la misma, Grupo Divetis dispone de numerosos modelos de vallas o cepos guarda aparcamiento. Perfectos para bloquear el acceso a la plaza mientras se ocupa. Se trata de barreras (cepos) para reservar plazas de aparcamiento que funcionan con mando a distancia y sin conexiones eléctricas. La barrera de acceso se levanta y se baja mediante un mando accionado por el propietario de la plaza.

Figura 12. Cepo guarda aparcamiento



Fuente. <http://www.divetis.es/productos/control-de-acceso/barreras-cepos-para-parking/barreras-parking-abatible/>

- **SEGURparking.** SEGURparking gracias a la utilización de videograbadores digitales de altas prestaciones y a los costes cada vez más reducidos de las transmisiones ADSL, ofrece un servicio de cámaras de seguridad absolutamente efectivo. Además SEGURparking colabora en el análisis de las imágenes, a efectos de agilizar y facilitar la tarea de los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado.

Figura 13. Analista de aparcamiento



Fuente. <http://bigdata.ticbeat.com>

- **Sistema DinyPark.** El sistema DinyPark de gestión avanzada de aparcamientos, está formado por un conjunto de sensores y pilotos de señalización, una red de comunicaciones y un puesto de control con el software de captura, proceso y archivo de datos de rotación y ocupación, con acceso a la información desde Internet. Se completa con indicadores de ocupación en planta y en exterior, señalización de guiado, control de accesos, facturación y reconocimiento de matrículas, abierto a la integración con otros sistemas y gestión centralizada de varios parking.

Figura 14. Lector de matrículas



Fuente. <http://www.tcs.es/productos-y-servicios/reconocimiento-de-matriculas.html>

12.3 DIFICULTADES DE LOS SISTEMAS DE PARQUEADERO EXISTENTES

Aunque se ha visto que hay una cantidad considerable de tecnologías relacionadas con el tema de este Proyecto, estos sistemas de parqueadero plantean una serie de dificultades para los usuarios finales:

12.3.1 La seguridad que ofrecen estos parqueaderos no es suficiente además de ser costosa.

“En los últimos cuatro años el precio medio de una hora de estacionamiento ha aumentado un 33% y uno de cada cinco parqueaderos suspende en calidad, debido a carencias en servicios, información y seguridad”.⁵

Los aparcamientos públicos continúan arrastrando carencias en servicios y en seguridad lo que no quita para que sus tasas crezcan de forma notable. Tanto es así que en los últimos cuatro años el coste medio de una hora de estacionamiento ha subido un 33%, más del doble del aumento del IPC en el mismo periodo (un 14,1%). Así lo ha constatado CONSUMER EROSKI en el estudio realizado en 160 aparcamientos públicos de pago y de rotación (no exclusivos para residentes o abonados) de 18 capitales españolas.

Durante la observación, se aparcó durante una hora con el fin de comprobar si la información al usuario era completa, si se cumplían las normas de seguridad y accesibilidad, y si las instalaciones se encontraban en buen estado. Además, se efectuó un estudio comparativo de las tarifas. Uno de cada cinco aparcamientos suspendió la prueba y la nota media de los 160 analizados se quedó en un 'regular', que no llega al aprobado.

Por tanto cabe darse cuenta de que a pesar de todas las costosas medidas mencionadas, no son lo suficientemente satisfactorias, por lo que parece oportuno proponer una alternativa más fiable y económica.

12.3.2 Ninguna de estas alternativas integra en un solo sistema ambos aspectos, seguridad y asignación de plazas, de modo que se garantice la fiabilidad de los vehículos a la vez que se permita una asignación automática de plazas

La innovadora solución que se propone utiliza un software que proporciona de forma simultánea una plaza única y precisa para cada usuario y un fiable sistema de seguridad. Además suministra información exacta sobre el número de plazas libres en cualquier momento. Una vez se accede al aparcamiento, el sistema de control dirige al conductor hasta la plaza fijada utilizando el trayecto más rápido. Esto se consigue utilizando un sistema de guiado que facilita a los clientes un fácil

⁵ MARTINEZ, B. 2010. Sistema informático de gestión y plazas de aparcamiento automatizado. Universidad Pontificia de Comillas. [Documento en línea]. Citado en [\[http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/4c246aff90452.pdf\]](http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/4c246aff90452.pdf)

acceso a las plazas libres asignadas, a la vez que se ofrece un alto nivel de seguridad para todo el aparcamiento.

12.3.3 La falta de una tecnología que permita la asignación de una única plaza a cada usuario, ofreciendo una mayor personalización y una mayor autonomía en la gestión del mismo

En efecto, gracias al sistema propuesto, cada usuario podrá tomar de manera autónoma las decisiones de forma inmediata manteniendo el pleno control de la operación sobre su vehículo.

Por todo lo mencionado anteriormente se puede concluir que una plaza de aparcamiento en cualquier momento puede adecuarse de alguna u otra manera a los requisitos y necesidades que tienen los usuarios en la sociedad, ya que las plazas de aparcamiento le permitirán al usuario un guiado rápido y práctico de su vehículo y la asignación de cupos en los parqueaderos en tiempo real, de modo que este proceso resulte lo más sencillo posible.

12.4 PROTOCOLO IPV6

Internet se ha convertido en un recurso crítico para el funcionamiento de más y más instituciones de diversa naturaleza. Lejos están ya los días en que sólo las empresas relacionadas directamente con las tecnologías de la información eran las únicas para las cuales el acceso a Internet resultaba imprescindible para su operación.

Hoy en día instituciones de toda naturaleza y tamaño requieren conectividad global ya sea para proveer servicios a través de Internet, para relacionarse con sus proveedores e incluso para el funcionamiento cotidiano de las operaciones internas. “Esto implica que una interrupción en el acceso a Internet supone un alto costo, por lo que existe una fuerte demanda de mecanismos que brinden un alto nivel de tolerancia a fallos en la conexión a Internet”.⁶

El Protocolo de Internet define como se comunican los dispositivos a través de las redes. La versión 4 de IP (IPv4), que actualmente es predominante, contiene aproximadamente cuatro mil millones de direcciones IP, las cuales no son suficientes para una duración ilimitada. Dicho agotamiento del espacio aún

⁶ ESQUIVEL, L. M. 2009. Estudio de los mecanismos de soporte de multihoming para aumentar la confiabilidad de la conexión en redes. [Documento en línea]. Citado en [<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1132/1/CD-1977.pdf>]

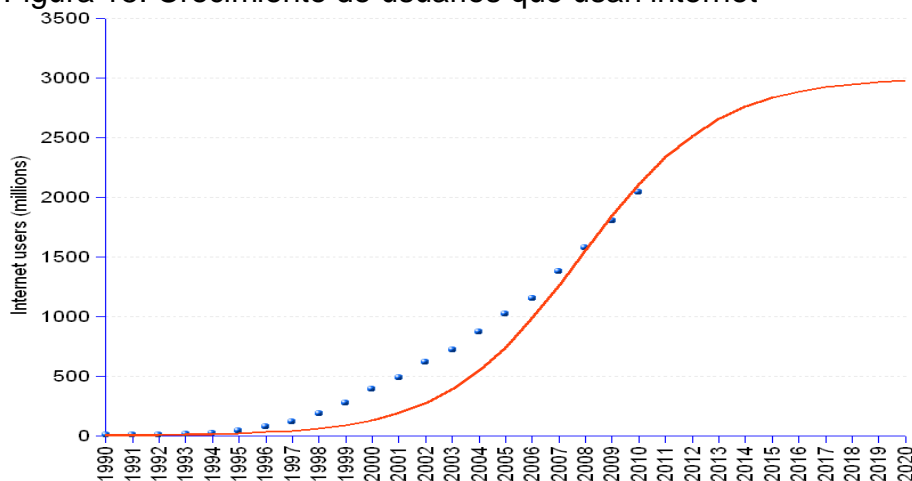
disponible de direcciones IPv4 se va aproximando en muy pocos años. Esto va a afectar el negocio de los Protocolos de Servicio de Internet (ISP) existentes, llegando en cierto punto, a la creación de nuevas ISP. Como una de las consecuencias, puede tener un impacto más profundo en las regiones en desarrollo (África, Asia y América latina/el Caribe) donde no está todavía tan extensa la penetración de Internet.

Hay varias maneras potenciales de reducir al mínimo los problemas que se presentan por el agotamiento IPv4, y es claro que varias de estas soluciones serán adoptadas en paralelo. IPv6 es una de ellas, una actualización de IP ofrece muchas más direcciones lógicas y características mejoradas de seguridad permitiendo así la intercomunicación de miles de millones de nuevos dispositivos (agendas electrónicas, teléfonos móviles, dispositivos, etc.) y nuevos usuarios (países como China, India, etc.). “El uso de banda ancha para todos, y tecnologías “siempre conectadas”, como xDSL, cable, Ethernet hasta el hogar, fibra hasta el hogar, comunicaciones a través de la red eléctrica (PLC), etc.”.⁷

Internet presenta un ejemplo evolutivo de investigación y desarrollo informático, donde se han visto involucrados el gobierno, la industria y los centros de investigación. Se privatizó en 1987, dando lugar en pocos años a una congestión de información y comercial que dejaba sin capacidad de transmisión de datos a las universidades y centros de investigación para dar soporte a una investigación de alto nivel mundial.

A continuación se muestra este crecimiento y distribución de usuarios de Internet.

Figura 15. Crecimiento de usuarios que usan internet



Fuente. ww2.noticiasdot.com/publicaciones/2005/0905/1009/noticias/internet-numeros/images/intern2.gif

⁷ www.ipv6tf.org/pdf/the_choice_ipv4_exhaustion_or_transition_to_ipv6_v4.4.pdf

12.5 PROTOCOLO IPV4

“IPv4 es la versión 4 de IP y constituye la primera versión de IP que es implementada de forma extensiva”.⁸ IPv4 es el principal protocolo utilizado en el Nivel de Red del Modelo TCP/IP para Internet. Fue descrito inicialmente en el RFC 791 elaborado por la Fuerza de Trabajo en Ingeniería de Internet (IETF⁹ o Internet Engineering Task Force) en Septiembre de 1981, documento que dejó obsoleto al RFC 760 de Enero de 1980. IPv4 es un protocolo orientado hacia datos que se utiliza para comunicación entre redes a través de interrupciones (switches) de paquetes (por ejemplo a través de Ethernet).

Tiene las siguientes características:

- Es un protocolo de un servicio de datagramas no fiable (también referido como de mejor esfuerzo).
- No proporciona garantía en la entrega de datos.
- No proporciona ni garantías sobre la corrección de los datos.
- Puede resultar en paquetes duplicados o en desorden.

IPv4 utiliza direcciones de 32 bits (4 bytes) que limita el número de direcciones posibles a utilizar a 4.294'967.295 direcciones únicas. Sin embargo, muchas de estas están reservadas para propósitos especiales como redes privadas, Multidifusión (Multicast¹⁰), etc.

Debido a esto se reduce el número de direcciones IP que realmente se pueden utilizar, es esto mismo lo que ha impulsado la creación de IPv6 como reemplazo eventual dentro de algunos años para IPv4.

IPv6 es una actualización del Protocolo de Internet, el cual es clave para el funcionamiento de la Red. Un aspecto muy importante desde que se inició el diseño de IPv6 fue el reconocimiento de que tendría que coexistir en la red con IPv4 durante un largo período de tiempo.

Esto es debido al hecho de que ya existen millones de dispositivos, aplicaciones y servicios, los cuales no pueden ser desconectados ni tan siquiera por un momento. Internet ha llegado a ser una infraestructura crítica, y no hay modo

⁸ BARRIOS, J. 2014. Introducción a IP versión 4. [Documento en línea]. Citado en [<http://www.alcancelibre.org/staticpages/index.php/introduccion-ipv4>]

⁹ GONT, F. 2010. Introducción a la IETF. [Documento en línea]. Citado en [<http://www.ietf.org/>]

¹⁰ <http://www.rnp.br/es/multicast/>

alguno de pararla, ni tan siquiera por una única noche, realizar una actualización y tener IPv6 funcionando en toda la Red.

“Es también fácil entender que aun cuando fuéramos capaces de hacerlo así, todavía habría dispositivos que no podrían ser actualizados para soportar IPv6”¹¹, por ejemplo en aquellos casos en los cuales el fabricante ha desaparecido y posiblemente no tenemos acceso al código existente en su interior para actualizarlo nosotros mismos. Por este motivo, IPv6 ha sido diseñado junto a un conjunto de mecanismos de transición, los cuales permiten la coexistencia de ambos protocolos, IPv4 e IPv6, tanto tiempo como sea preciso, lo cual dependerá de innumerables factores, escenarios de red, sectores de negocio, etc. Además, estos mecanismos de transición facilitan la integración de IPv6 en la red Internet existente hoy con IPv4.

“Un par de años atrás, muchas redes tan sólo soportaban IPv4 y muy pocas IPv6. Hoy la situación ha cambiado radicalmente y más y más redes comerciales ya soportan IPv6. En un futuro próximo, veremos toda la red Internet soportando tanto IPv4 como IPv6, e incluso llegaremos al punto en que algunas redes dejarán de soportar IPv4”¹².

Por supuesto, la comunicación extremo-a-extremo con IPv4 seguirá siendo posible, porque utilizaremos mecanismos de transición, pero en sentido inverso al que lo hacemos ahora cuando deseamos utilizar IPv6 en redes que solo soportan IPv4.

Diversas instituciones públicas y privadas están fuertemente vinculadas con el compromiso de impulsar el despliegue de IPv6, incluyendo la Comisión Europea, el Departamento de Defensa Norteamericano, etc.

“A nivel internacional, fue México el pionero en la investigación y realización de pruebas con el protocolo IPv6, seguido de países como España, Chile, Argentina, Uruguay, Brasil, entre otros. En Colombia apenas se está comenzando a incursionar en la temática de IPv6”¹³.

El crecimiento extraordinario de las nuevas tecnologías y, en especial, la futura implementación del Protocolo IP en su versión 6 (IPv6) abre un enorme abanico

¹¹ Revista ingenio. 2012. Seguridad de protocolo de internet. [Documento en línea]. Citado en [http://issuu.com/ingenioufpso/docs/revista_ingenio_ufpso/42]

¹² Revista ingenio. 2012. Seguridad de protocolo de internet. [Documento en línea]. Citado en [http://issuu.com/ingenioufpso/docs/revista_ingenio_ufpso/42]

¹³ Revista ingenio. 2012. Seguridad de protocolo de internet. [Documento en línea]. Citado en [http://issuu.com/ingenioufpso/docs/revista_ingenio_ufpso/42]

de posibilidades, actividades y nuevas formas de comunicarse, trabajar, comprar, relacionarse con otras personas y, en definitiva, desempeñar las tareas cotidianas de nuestra vida.

Internet se ha convertido en un recurso crítico para el funcionamiento de más y más instituciones de diversa naturaleza. Lejos están ya los días en que sólo las empresas relacionadas directamente con las tecnologías de la información eran las únicas para las cuales el acceso a Internet resultaba imprescindible para su operación.

Hoy en día instituciones de toda naturaleza y tamaño requieren conectividad global ya sea para proveer servicios a través de Internet, para relacionarse con sus proveedores e incluso para el funcionamiento cotidiano de las operaciones internas. Esto implica que una interrupción en el acceso a Internet supone un alto costo, por lo que existe una fuerte demanda de mecanismos que brinden un alto nivel de tolerancia a fallos en la conexión a Internet.

El Protocolo de Internet define como se comunican los dispositivos a través de las redes. La versión 4 de IP (IPv4), que actualmente es predominante, contiene aproximadamente cuatro mil millones de direcciones IP, las cuales no son suficientes para una duración ilimitada.

Hay varias maneras potenciales de reducir al mínimo los problemas que se presentan por el agotamiento IPv4, y es claro que varias de estas soluciones serán adoptadas en paralelo. IPv6 es una de ellas, una actualización de IP ofrece muchas más direcciones lógicas y características mejoradas de seguridad permitiendo así la intercomunicación de miles de millones de nuevos dispositivos (agendas electrónicas, teléfonos móviles, dispositivos, etc.) y nuevos usuarios (países como China, India, etc.). El uso de banda ancha para todos, y tecnologías “siempre conectadas”, como xDSL, cable, Ethernet hasta el hogar, fibra hasta el hogar, comunicaciones a través de la red eléctrica (PLC), etc.

En conclusión, IPv6 será un componente muy trascendente y relevante de los ITS y se espera que tenga un impacto en los diversos sectores del transporte y sus diferentes campos y avances tecnológicos. La tecnología IPv6 de la mano con la tecnología de dirección vehicular GPS y los sistemas inteligentes de control de velocidad, podría contribuir y ser un motor básico para mejorar de manera notable y continua la seguridad en el transporte, el seguimiento de vehículos puede reducir los costos e incrementar la eficiencia de los sistemas logísticos, la infraestructura IPv6 también puede ayudar a hacer respetar los límites de velocidad con prestaciones de control automatizado con control remoto. Además de esto, IPv6 permitirá la transmisión de información de diagnóstico desde el mismo vehículo hasta talleres de servicio remotos.

12.6 SOA (ARQUITECTURAS ORIENTADAS A SERVICIOS)

A lo largo de los últimos años y sobre todo con la evolución que ha tenido el negocio a través de Internet, las compañías cada vez necesitan más la posibilidad de integración, y existen multitud de sistemas heterogéneos.

La aparición de los servicios Web¹⁴ permite tener una arquitectura común para exponer la funcionalidad de las distintas aplicaciones permitiendo la integración de distintas aplicaciones y sistemas creando nuevos procesos de negocio que permitan crecer a las plataformas tecnológicas, a los departamentos y por supuesto a las compañías.

En cuanto a los servicios Web es importante tener en cuenta que no son los responsables del comportamiento de un servicio, sino que se centran en cómo se puede acceder a dicho comportamiento que ofrece un servicio.

Antes de continuar veamos la definición que hace la “World Wide Web Consortium (W3C)” de un servicio Web: Es un sistema software identificado por medio de una URI¹⁵, que publica interfaces que son definidas y descritas usando XML¹⁶. Esta definición de interfaz puede ser descubierta por otros sistemas software. Estos sistemas pueden interactuar con el servicio Web de la manera prescrita en la definición, usando XML, utilizando mensajes cubiertos por los protocolos de Internet.

Otro concepto que se debe tener claro es el de patrón. Un patrón es simplemente un mecanismo para resolver y tener documentado un problema que ocurre múltiples veces en un determinado contexto. La utilización de patrones permite resolver el problema que dice el patrón a la hora de construir software.

12.6.1 Objetivos de una Arquitectura Orientada a Servicio (SOA)

¹⁴ LAMARCA, M. J. El nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen. [Documento en línea]. Citado en [Web Services ORG, <http://www.webservices.org>]

¹⁵ URI. World Wide Web Consortium (W3C), “Uniform Resource Identifier (URI)”, www.w3.org/Addressing/

¹⁶ XML. World Wide Web Consortium (W3C), “eXtensible Markup Language (XML)”, <http://www.w3.org/XML>.

12.6.1.1 Desde el punto de vista empresarial. Cuando una empresa decide hacer uso de una arquitectura SOA¹⁷ es porque tiene objetivos específicos de negocio que cubrir, reducir costes, aumentar ingresos, mejorar la productividad, comunicación interempresarial con varias empresas y ajustar los sistemas a los requerimientos del negocio.

También se puede decir que una arquitectura SOA consiste en una forma de modularizar los sistemas y aplicaciones en componentes de negocio que pueden combinarse y recombinarse con interfaces bien definidas para responder a las necesidades de la empresa.

Con el uso de entornos orientados a servicios las empresas pretenden mejorar la interacción con los clientes, partners, proveedores, empleados y también reducir el ROI (Return of Investment) retorno de la inversión, es decir, conseguir una mayor rentabilidad de las inversiones tecnológicas.

Para las empresas se abre un abanico amplio de aplicación, desde la utilización en la cadena de suministro, entornos B2B¹⁸ o servicios de seguridad.

12.6.2 Beneficios para el negocio

- Eficiencia. Transforma los procesos de negocio en servicios compartidos con un menor coste de mantenimiento.
- Capacidad de respuesta. Rápida adaptación y despliegue de servicios, clave para responder a las demandas de clientes, partners y empleados.
- Adaptabilidad. Facilita la adopción de cambios añadiendo flexibilidad y reduciendo el esfuerzo.

12.6.2.1 Desde el punto de vista tecnológico. Las arquitecturas SOA pretenden concebir las aplicaciones desde otro punto de vista, una aplicación orientada a servicios combina datos en tiempo real con otros sistemas capaces de fusionar los procesos de negocio.

Las aplicaciones basadas en SOA utilizan tecnología totalmente estándar como es XML y servicios Web para la mensajería. Estándares como SOAP¹⁹, Web Services

¹⁷ SOA. "Service Oriented Architecture", <http://www.service-architecture.com/>

¹⁸ http://www.achievegloabal.es/sites/default/files/resources/analisis_del_entorno_de_ventas.pdf

¹⁹ World Wide Web Consortium (W3C), "Simple Object Access Protocol (SOAP)": <http://www.w3.org/TR/SOAP/> y <http://www.develop.com/soap>

Description Language (WSDL)²⁰ y Business Process Execution Language (BPEL)²¹, estandarizan así la compartición de información, el modelo de integración de procesos y la cooperación entre aplicaciones.

Realizando aplicaciones orientadas a servicio se pueden conectar aplicaciones heterogéneas con el aumento de flexibilidad que supone, y un punto muy importante es que permite que las organizaciones interactúen cuando realmente lo requieran, sin necesidad de tener conexiones permanentes.

Como una arquitectura SOA se basa en estándares, el tiempo de aprendizaje de utilización de las tecnologías sobre las que se apoya se reduce drásticamente.

12.6.2.2 Beneficios Tecnológicos

- Reduce la complejidad gracias a la compatibilidad basada en estándares frente a la integración punto a punto.
- Reutiliza los servicios compartidos que han sido desplegados previamente.
- Integra aplicaciones heredadas limitando así el coste de mantenimiento e integración.
- Beneficios en el desarrollo, ya que las aplicaciones son reutilizables, más fácil de mantener y tienen la capacidad de ampliación de las funcionalidades del sistema, exponiéndolas de una forma segura.

12.6.2.3 Entendiendo la Arquitectura Orientada a Servicio (SOA). Antes de que aparecieran los servicios Web existían tres técnicas para comunicar aplicaciones:

- Se podía escoger una plataforma particular para ofrecer un servicio, como puede ser la plataforma J2SE con la utilización de RMI²² (Remote Method Invocation) para implementar el mecanismo de comunicación.
- Se podía utilizar CORBA (Common Object-Request Broker Arquitectura)²³.

²⁰World Wide Web Consortium (W3C), "Web Services Description Language (WSDL)": <http://www.w3.org/TR/wsdl>.

²¹ Business Process Execution Language (BPEL), <http://www.servicearchitecture.com/>

²² Java Remote Method Invocation (Java RMI), [java.sun.com/products/jdk/rmi/Common Object-Request Broker Arquitectura \(CORBA\)](http://java.sun.com/products/jdk/rmi/Common%20Object-Request%20Broker%20Arquitectura%20(CORBA)), www.corba.org/

²³ Universal Description, Discovery and Integration (UDDI): <http://www.uddi.org>
<http://uddi.microsoft.com/> y <http://www-3.ibm.com/services/uddi/>

- Se podía utilizar un protocolo definido de comunicación particular entre dos aplicaciones.

El objetivo de una arquitectura SOA es proveer de la transparencia en la localización del servicio Web, es decir, de la posibilidad de utilizar un determinado servicio que se encuentre en cualquier lugar, sin la necesidad de tener que modificar el código existente.

En el nivel más alto de la arquitectura orientada a servicio podemos encontrar tres componentes:

- El servicio: Pueden participar cualquier número de servicios. Cada servicio tiene una funcionalidad a la que pueden acceder el resto de servicios y clientes.
- El directorio: El directorio tiene información sobre los servicios y la funcionalidad de estos. Y también tiene la información de cómo se puede acceder a cada servicio.
- El cliente: Usa el directorio para localizar servicios y poder usar su funcionalidad. Un cliente puede ser otro servicio que quiere acceder o utilizar la funcionalidad que aportan otros servicios.

Y también podemos encontrar tres colaboraciones entre los componentes, puede llegar a ser una de las partes más importantes de la arquitectura:

- Localización de servicios: Clientes potenciales de los servicios localizan los servicios por medio del directorio. El directorio aporta a los clientes la información sobre cómo encontrar un servicio.
- Publicación de servicios: Un componente publica un servicio, haciéndole disponible a los clientes a través del directorio.
- La comunicación entre los servicios y el cliente: El cliente hace peticiones al servicio a través del protocolo de red especificado en la información del servicio que tiene el directorio. El servicio recoge la petición del cliente y le retorna la información pedida.

Normalmente el directorio implementa UDDI (Universal Description, Discovery, and Integration), y todos los componentes se comunican por un protocolo basado en XML (SOAP) y para describir un servicio se utiliza el lenguaje WSDL (Web Service Description Lenguaje).

12.6.3 Patrones SOA. También para la construcción de aplicaciones orientadas a servicio utilizando arquitecturas SOA, se han desarrollado una serie de patrones de software, siguiendo la línea de la banda de los cuatro (GoF)²⁴.

Estos patrones se pueden dividir en cinco categorías:

- **Aprendizaje:** Es importante entender el entorno de los servicios Web. Dentro de esta categoría podemos encontrar:
- **Service-Oriented Architecture:** Es el patrón que forma la arquitectura de los servicios Web como ya hemos visto anteriormente.
- **Architecture Adapter.** Se puede ver como un patrón genérico que facilita la comunicación entre arquitecturas.

12.6.3.1 Cliente Directorio Servicio. De esta parte de la arquitectura orientada a servicios se puede encontrar estos dos procesos: Lookup() y Operación()

- **Service Directory:** Este patrón facilita la transparencia en la localización de servicios, permitiendo realizar robustas interfaces para encontrar el servicio que realmente se quiere.

12.6.3.2 Adaptación. Estos patrones son los llamados básicos para conocer el funcionamiento del entorno de los Servicios Web.

En esta categoría nos encontramos:

- **Business Object:** Un business object engloba a un concepto de negocio del mundo real como puede ser un cliente, una compañía o un producto, por ejemplo, y lo que pretende este patrón es trasladar el concepto de objeto de negocio dentro del paradigma de los servicios Web.
- **Business Process:** Este patrón se utiliza para tratar con procesos de negocio. En este momento existen dos estándares:
- **Business Process Execution Lenguaje (BPEL)** propuesto por Bea Systems, IBM y Microsoft.

²⁴ GAMMA E., HELM R., JOHNSON R., VLISSIDES J. (2003). Patrones de Diseño. Addison Wesley.

- Business Process Modeling Language (BPML) propuesto por el resto de compañías que no están en el grupo anterior como pueden ser WebMethods, SeeBeyond, etc.
- Bussines Object Collection: Con este patrón se pueden realizar composiciones de procesos de negocio
- Asynchronous Bussines Process: Este patrón es la evolución del patrón anterior Bussines Process.

12.6.3.3 Determinando Cambios. Aunque los servicios Web permiten llamadas asíncronas, las implementaciones del servicio pueden estar basados en paso de mensajes, también son importantes los servicios basados en eventos, estos patrones se basan en patrones tradicionales como el Observer o el patrón Publicación/Suscripción.

En esta categoría podemos encontrar:

- Event Monitor: Es un patrón para crear formas efectivas para integrar aplicaciones sin la intervención de otros componentes. El escenario más común donde se utiliza este patrón es para aplicaciones EAI (Enterprise Application Integration).
- Observer Services: Este patrón representa la manera más natural de detectar cambios y actuar en consecuencia.
- Publish/Subscribe Services: Es la evolución del Observer Pattern, mientras que el patrón Observer se base en el registro, el patrón Publish/Subscribe se base en notificaciones, esto permite que distintos servicios puedan enviar la misma notificación.

12.6.3.4 Redefinición. Estos patrones te permiten acceder al comportamiento de un servicio que está implementado en un lenguaje. Ayudan a entender el entorno del Servicio Web y a moldear este entorno de acuerdo con nuestras necesidades.

En esta categoría podemos encontrar:

- Physical Tires: Este patrón ayuda a estructurar mejor la lógica de negocio de los servicios Web, e incluso se puede utilizar para controlar el flujo de negociaciones que puede llegar a producirse utilizando el patrón Publish/Subscribe.

- **Connector:** Este patrón se suele utilizar con el anterior para resolver los posibles problemas que surgen en la subscripción.
- **Faux Implementation:** Es una alternativa para resolver los problemas que surgen en la utilización de eventos en los servicios Web. Es simplemente un “socket abierto” que recibe conexiones y aporta las respuestas para los distintos eventos.

12.6.3.5 Creando flexibilidad. Para crear servicios más flexibles y optimizados.

En esta categoría se encuentran:

- **Service Factory:** Es uno de los patrones más importantes y permite la selección de servicios y aporta flexibilidad en la instanciación de los componentes que crean los servicios Web. Este patrón también se suele utilizar con el patrón Service Cache para aportar una mayor flexibilidad en el mantenimiento de las aplicaciones que utilizan servicios Web, aportando un mayor ROI a las aplicaciones.
- **Data Transfer Object:** Este patrón aporta rendimiento ya que permite recoger múltiples datos y enviarlos en una única llamada, reduciendo el número de conexiones que el cliente tiene que hacer al servidor.
- **Partial Population:** Este patrón permite a los clientes seleccionar únicamente los datos que son necesarios para sus necesidades y sólo recuperar del servidor lo necesario.

Este patrón además de rendimiento aporta mayor ancho de banda en la red. Algunos patrones utilizan otros por ejemplo el Business Process Patern usa el Business Object Patern y el Business Object Collection. Y el Service-Oriented Architecture usa los patrones Service Directory y Architecture Adapter.

El concepto de SOA ha evolucionado a través de los últimos años. SOA es un estilo de arquitectura de software que promueve el desacople entre componentes de forma que se puedan reutilizar. Es una nueva forma para crear aplicaciones con las siguientes características:

- Los servicios son componentes de software que han publicado contratos/interfaces; estos contratos son independientes de la plataforma, lenguaje y sistema operativo. XML y SOAP (Simple Object Access Protocol) están permitidos por que son estándares independientes de la plataforma.
- Los consumidores pueden descubrir servicios dinámicamente.

- Los servicios son interoperables.

Otro concepto es que SOA es un estilo de arquitectura cuyo propósito primordial es lograr un débil acoplamiento entre los componentes de software que interactúan entre sí. Bajo este modelo se entiende cada servicio como un componente que se ejecuta de principio a fin sin interrupción, que realiza una unidad de trabajo para realizar una tarea particular.

Por otra parte las Arquitectura Orientada a Servicios, se dice que es un concepto de arquitectura de software que define la utilización de servicios para dar soporte a los requerimientos de software del usuario.

SOA proporciona una metodología y un marco de trabajo para documentar las capacidades de negocio y puede dar soporte a las actividades de integración y consolidación.

En un ambiente SOA, los nodos de la red hacen disponibles sus recursos a otros participantes en la red como servicios independientes a los que tienen acceso de un modo estandarizado. La mayoría de las definiciones de SOA identifican la utilización de Servicios Web (empleando SOAP y WSDL) en su implementación, no obstante se puede implementar una SOA utilizando cualquier tecnología basada en servicios.

Al contrario de las arquitecturas orientadas a objetos, SOA está formada por servicios de aplicación débilmente acoplados y altamente interoperable. Debido a que dichos servicios funcionan sobre diferentes tecnologías de desarrollo tales como Java y .NET, los componentes de software se vuelven muy reutilizables.

Una arquitectura orientada a servicios (SOA) es una evolución de la llamada computación distribuida, basada en el paradigma de pregunta/respuesta para aplicaciones sincrónicas y asincrónicas. En ella la lógica de negocios o las funciones individuales son modularizadas y presentadas como servicios para aplicaciones consumidoras/clientes. Lo que es clave de estos servicios es que son débilmente acoplados; la interfaz de servicios es independiente de la implementación. Los desarrolladores de aplicaciones pueden construir aplicaciones por la vía de componer uno o más servicios sin conocer los detalles de implementación de los mismos. Por ejemplo, un servicio puede ser implementado tanto en .Net como en J2EE, y la aplicación que consume el servicio incluso puede estar en una plataforma y lenguajes diferentes a estos dos.

12.6.4 Términos y definiciones SOA

Tabla 4. Términos y definiciones SOA

TÉRMINO	DEFINICIONES
SERVICIO	Una función sin estado, auto-contenida, que acepta una(s) llamada(s) y devuelve una(s) respuesta(s) mediante una interfaz bien definida. Los servicios pueden también ejecutar unidades discretas de trabajo como serían editar y procesar una transacción. Los servicios no dependen del estado de otras funciones o procesos.
ORQUESTACIÓN	Es la encargada de coordinar el procesamiento de los datos de los servicios
SIN ESTADO	No mantiene ni depende de condición pre-existente alguna. Reciben en la llamada toda la información que necesitan para dar una respuesta. Debido a que los servicios son "sin estado", pueden ser secuenciados (orquestados) en numerosas secuencias (algunas veces llamadas tuberías) para realizar la lógica del negocio
PROVEEDOR	Es el encargado de brindar los servicios al consumidor
CONSUMIDOR	Es el encargado de instanciar una interfaz de un servicio para poder acceder a los servicios que este presta.

Fuente. <http://ceur-ws.org/Vol-132/paper09.pdf>

12.6.5 ¿Porque SOA? La realidad en empresas es que la infraestructura es heterogénea a través de sistemas operativos, aplicaciones, software de sistema e infraestructura de aplicaciones instalados o creados en diferentes momentos y bajo diferentes plataformas. Algunas aplicaciones existentes son usadas para correr procesos de negocios claves, por lo tanto empezar desde cero a construir una nueva infraestructura no es una opción. Las empresas deben responder rápidamente a los cambios de negocios con agilidad; escalando las inversiones existentes en aplicaciones e infraestructura de aplicación para atender a los nuevos requerimientos de negocios; soportar nuevos canales de interacciones con clientes, socios y proveedores; y definir una arquitectura que soporte negocios unidos. “SOA con su naturaleza desacoplada permite a las empresas conectar nuevos servicios o escalar servicios existentes en un modo granular para atender a los nuevos requerimientos de negocios, proveer la opción de hacer servicios consumibles a través de diferentes canales y exponer las aplicaciones actuales y las heredadas como servicios, salvando así la inversión previa en infraestructura”.²⁵

Por otra parte el uso de SOA tiene varias ventajas:

- Adaptar las aplicaciones a las tecnologías cambiantes.
- Integrar fácilmente las aplicaciones con otros sistemas.
- Aprovechar las inversiones hechas en sistemas legacy (heredados).
- Crear procesos fácilmente a partir de servicios existentes

Además existen varias razones para adoptar un enfoque SOA basado en Web Services.

- La reutilización de los servicios Web sirven para cubrir nuevas necesidades que sean requeridas.
- El objetivo de una arquitectura débilmente acoplada es que los clientes y servicios se comuniquen independientemente de la plataforma en que se ubican garantizando la interoperabilidad.
- Su escalabilidad es óptima gracias a que existe muy poca dependencia entre las aplicaciones cliente y los servicios que usa.

²⁵ GOMEZ, I. Service Oriented Architecture. 2013. [Documento en línea]. Citado en [http://ceur-ws.org/Vol-132/paper09.pdf]

- Los cambios en los servicios no afectaran su funcionalidad siempre y cuando no se modifique su interfaz garantizando la flexibilidad.
- Bajo costo gracias a que la mayoría de arquitecturas reutilizan las infraestructuras Web existentes para su creación.

12.6.6 Características SOA. Los servicios SOA auto describen su interfaz en documentos XML que son independientes de la plataforma. Web Service Description Language (WSDL) es el estándar utilizado para describir los servicios.

Los servicios SOA se comunican con mensajes formalmente definidos vía un esquema XML (también llamado XSL). La comunicación entre el consumidor y el proveedor de servicios típicamente ocurre en un ambiente heterogéneo, con poco o ningún conocimiento sobre el proveedor. Los mensajes entre servicios pueden ser vistos, como los documentos de negocios clave procesados en una empresa.

Los servicios SOA son mantenidos en la empresa por un registro que actúa como un directorio. Las aplicaciones pueden mirar los servicios en este registro e invocarlos. Universal Description, Definition, and Integration (UDDI) es el estándar usado para registrar servicios.

Cada servicio SOA tiene una calidad de servicio (QoS). Algunos de los elementos clave de la QoS son los requerimientos de seguridad, como la autenticación y la autorización, mensajería confiable y políticas delimitando quien puede invocar los servicios.

12.6.7 Protocolos SOA. SOAP, WSDL y UDDI son partes fundamentales de la infraestructura SOA. WSDL es usado para describir el servicio; UDDI para registrar y buscar los servicios; y SOAP como una capa de transporte para enviar mensajes entre consumidores de servicios y proveedores. Mientras SOAP es el mecanismo por defecto para los servicios Web, otras tecnologías alternativas logran otros tipos de vínculos para llegar a un servicio. Un consumidor puede buscar un servicio en el registro UDDI, traer el WSDL ver la descripción del servicio y finalmente invocararlo usando SOAP.

De todo lo anterior, se puede concluir que las arquitecturas orientadas a servicios han sido un gran aporte al desarrollo de los ITS, ya que con estas tecnologías de vanguardia es que ha sido posible generar y persuadir los amplios campos de aplicación de los mismos; brindando a través de estas y de las TIC soluciones y beneficios a los usuarios de las ciudades en el mundo. Junto con esto se han venido gestionando cierto tipos de normas para el avance tecnológico de los ITS con los diferentes y diversos tipos de desarrollo y aplicación tecnológica en los países desarrollados y en vía de desarrollo; entre estas normas encontramos la norma ISO 24097, a través de la cual se establece una arquitectura orientada a servicios para la realización de sistemas de transporte inteligentes y creación de

Servicios Web, para llevar a cabo de esta forma un correcto comportamiento del servicio Web para permitir la generación automática tanto de un programa de "Servicio solicitante", así como un programa de "Proveedor de servicios" e ir de esta manera satisfaciendo las necesidades de los usuarios finales de las aplicaciones y de los sistemas.

13. DISEÑO DEL SISTEMA

En este capítulo se va a realizar una descripción básica del diseño del sistema, teniendo en cuenta los requerimientos funcionales del mismo, los diagramas necesarios para su diseño y desarrollo; en los cuales se verá la interacción del usuario con el sistema. Para esto se va a realizar la descripción pertinente de los requerimientos tanto funcionales como no funcionales del sistema que serán necesarios para su funcionamiento, los diagramas de casos de uso, diagrama de clase y diagramas de secuencia que mostraran las interacciones de los usuarios con el sistema en general, el tipo de metodología desarrollada y usada durante el desarrollo y la ejecución del proyecto, entre otros.

También se va a tener en cuenta el modelo de negocio del sistema, para identificar los niveles de servidores, de usuarios finales y usuarios administradores del sistema; y de esta manera hacer más factible el proceso de identificación de roles al momento de hacer uso de la aplicación e ingreso al sistema para llevar a cabo los procesos pertinentes en el mismo.

13.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para la realización del presente proyecto se va a seguir una metodología hipotético – deductiva, la cual parte de la creación de una hipótesis para explicar un problema, que traerá consigo deducción de consecuencias, proposiciones, soluciones, verificación de resultados y conclusiones.

Para llevar a cabo la completa realización y desarrollo de este proyecto se van a realizar y a completar las siguientes etapas:

- Identificación de necesidades y requerimientos.
- Análisis de requerimientos del sistema.
- Arquitectura del sistema.
- Implementación del sistema.
- Análisis de resultados.
- Conclusiones.

Cada una de las etapas o fases que forman el ciclo de vida establecido son necesarias para la fabricación de un producto software de calidad.

La primera etapa consiste en la Identificación de necesidades, en la que se establecen los objetivos y necesidades generales además de adquirir los conocimientos suficientes de la problemática a analizar.

Una segunda fase supone un análisis de requisitos de modo que se alcance un conocimiento suficiente del sistema, definiendo las necesidades, problemas y requisitos del usuario.

Posteriormente se debe realizar un estudio de la arquitectura, en el que se definen las posibles soluciones de arquitectura técnica que satisfagan tanto los requisitos como las restricciones de diseño. La arquitectura debe indicar qué componentes básicos software, hardware y de comunicaciones deben adquirirse o desarrollarse. Los componentes básicos software son los sistemas operativos a utilizar, el gestor de base de datos más apropiado al problema a resolver, y los productos de mercado o licencias necesarias.

Dado el poco tiempo del que se dispone, se hará una simulación del sistema, de modo que solamente se propondrá el software que cumpla con los requisitos exigidos. Los componentes básicos hardware son los modelos de servidores y estaciones de trabajo terminales necesarios para explotar el sistema, además de las características básicas de estos, como necesidad de memoria RAM, necesidad de espacio en disco, número y velocidad de procesadores, etc. Por último, los componentes básicos de comunicación son los elementos necesarios para realizar la conectividad entre los componentes hardware y software del sistema.

A continuación se completa la definición de especificaciones del sistema a mecanizar en la etapa de diseño externo, obteniendo los modelos físico de procesos y lógico de datos de acuerdo a las plataformas hardware y software ya elegidas. Además en esta etapa es cuando debe definirse la estrategia a seguir con las etapas de pruebas e implementación.

Un siguiente paso es el diseño interno, etapa en la que se identifican y diseñan los diversos componentes software del sistema, describiendo detalladamente sus especificaciones físicas. De esta forma deben especificarse cada uno de los programas a desarrollar. Dependiendo de la arquitectura elegida para el desarrollo, estos componentes serán muy diversos.

La etapa de programación consiste en codificar los programas y componentes que forman el software del sistema. Esta codificación debe hacerse de la mejor manera posible, dependiendo de factores como el lenguaje de programación a utilizar, herramientas y utilidades software disponible y el equipo de programación.

Concluida la etapa de programación se pasará a las pruebas del sistema en las que se ensaya la integración y funcionamiento global de la solución. De este modo se ejecuta el ciclo de pruebas de acuerdo con el plan de pruebas a las que puede someterse el software, desde las pruebas de encadenamiento entre programas, hasta las pruebas de estrés para diagnosticar el rendimiento del sistema ante condiciones extremas de operación y concurrencia de usuarios.

13.2 ALCANCE DEL SISTEMA

Dado el poco tiempo del que se dispone para la realización del proyecto, es poco posible llevar a cabo el sistema real. Por ello, se hará una simulación del sistema, en la que se podrá apreciar qué ocurriría desde que un usuario entra en el parqueadero hasta que aparca en la plaza asignada.

Por tanto la construcción de esta aplicación que integra un simulador de parking automatizado con asignación de plazas abarca los siguientes aspectos:

- Recopilación de información sobre los parqueaderos actuales. Es necesario obtener toda la información acerca de los sistemas de parqueadero automatizados que existen en la actualidad para detectar las carencias que tienen.
- Recopilación de información sobre las tecnologías existentes. Este análisis se centra en la definición de los tipos de tecnologías más representativas que existen ahora mismo relacionadas con la seguridad y la asignación de plazas, pudiendo hacer una selección de entre todas ellas para escoger las que mejor se ajusten a la solución propuesta.
- Cobertura de necesidades. Una mayor seguridad, integración de los aspectos seguridad y asignación automática de plazas en un único sistema, precios inferiores a los que ofrecen los sistemas actuales, etc.
- La definición de las carencias de los sistemas de parqueadero actuales serán los motivos y requisitos para la elaboración de la solución que se propone.
- Desarrollo de la aplicación. Diseño de un interfaz gráfico sencillo en el que se da la posibilidad gestionar los dispositivos con los que cuenta el sistema, el número de plazas de las que dispone y otros parámetros como el número de entradas y salidas.
- Extracción de conclusiones. Citar las conclusiones observadas en el sistema propuesto así como las posibles mejoras para desarrollos futuros.

13.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

El sistema que se va a diseñar y a implementar es una simulación de la gestión y control de plazas de aparcamiento. Este sistema les permitirá a los usuarios registrar, consultar, crear, modificar y eliminar todo tipo de información con respecto a los datos que son registrados por los mismos en el sistema.

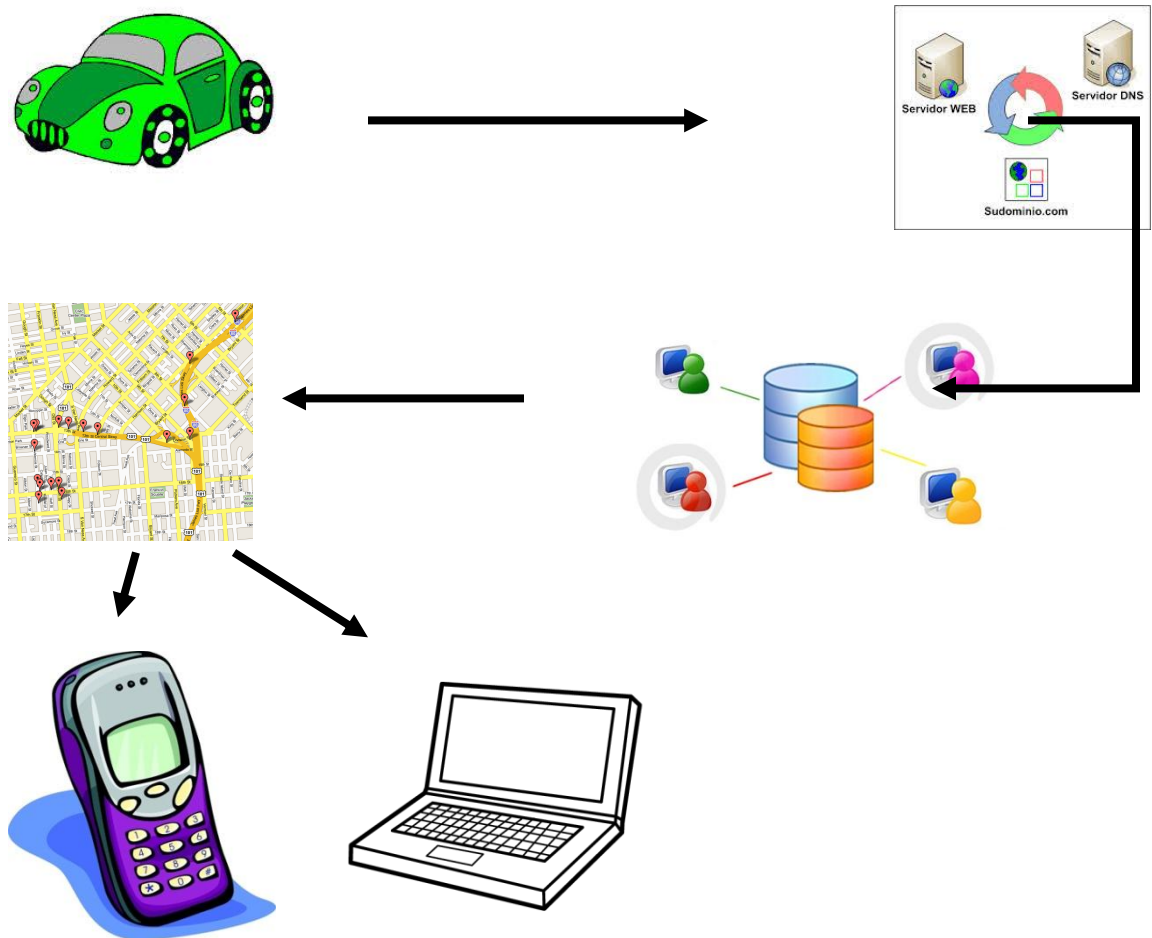
Se van a tener diferentes módulos en los cuales los usuarios podrán visualizar toda la información referente a los parqueaderos, al registro de los vehículos y de los usuarios, de las bahías que están disponibles en los parqueaderos, etc.

Para llevar a cabo el diseño y la implementación del sistema se utilizaron enfoques de ingeniería de software para recoger la información pertinente a los requerimientos y a los stakeholders del sistema.

En la figura que se muestra a continuación se muestra la interacción del sistema con el usuario, con otros sistemas mecanizados o manuales, o con posibles bases de datos corporativos existentes y el proceso que se utilizó para realizar la gestión de requerimientos con el sistema de software que fue implementado para este fin.

El diseño del sistema planteado consta de un servidor que es en donde el usuario va a tener el acceso a la información, el servidor va a tener acceso y conexión con la base de datos y ésta arroja los datos e información suministrada por el usuario.

Figura 16. Diseño del sistema



Fuente. La autora

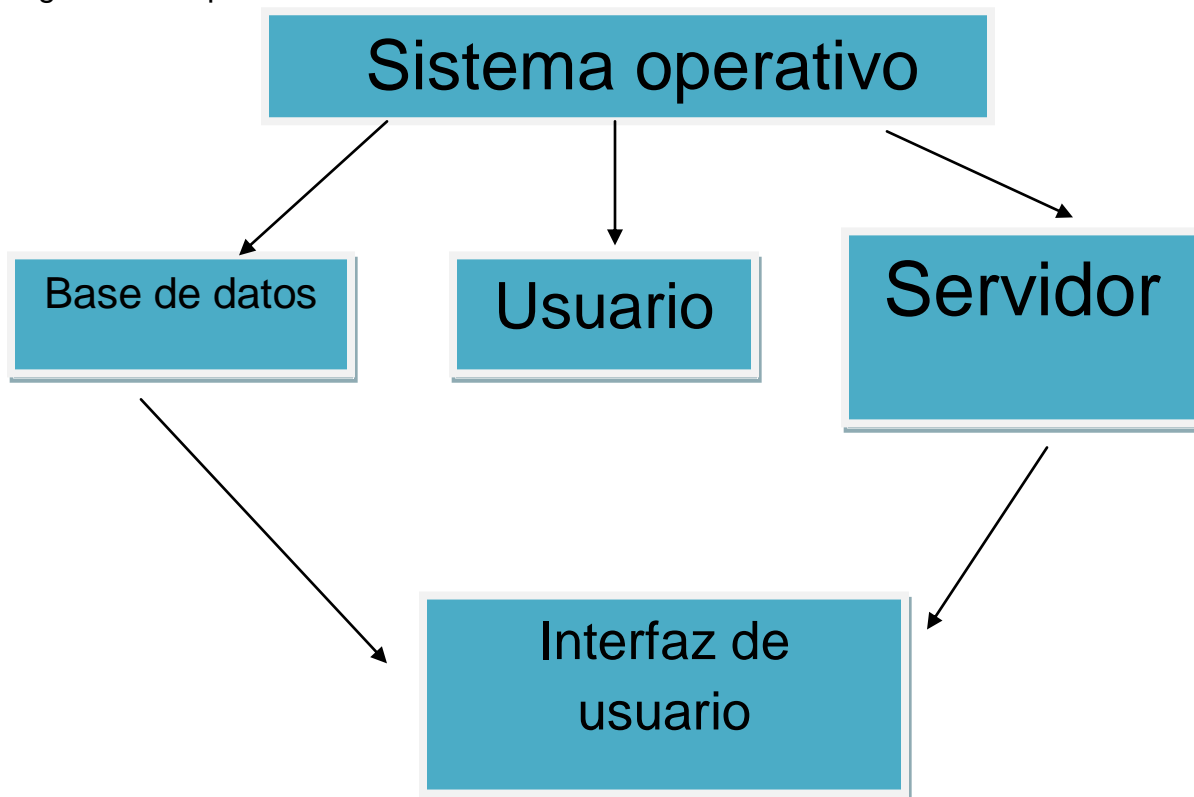
13.4 ARQUITECTURA DEL SISTEMA.

La arquitectura del sistema es bastante importante y relevante para el desarrollo del mismo, está basada en el diseño del sistema. Para esta aplicación se va a disponer de 4 subsistemas, entre los cuales están: sistema operativo, servidor, bases de datos e interfaz de usuario.

Los subsistemas van a tener una conexión entre sí para responder a las necesidades del usuario y de esta manera poder evidenciar el cumplimiento total de los requerimientos funcionales y no funcionales planteados para llevar a cabo el sistema en general y cumplir y alcanzar el logro de los objetivos planteados para el mismo.

A continuación se detallan y se pueden evidenciar los subsistemas que hacen parte de la arquitectura del sistema.

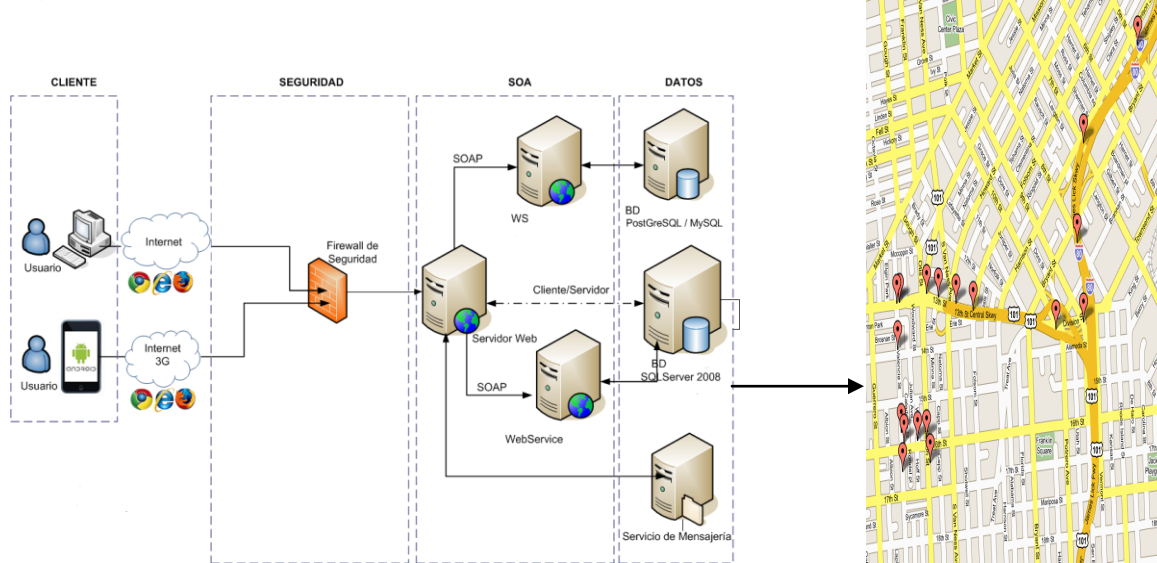
Figura 17. Arquitectura del sistema



Fuente. La autora

En esta imagen se muestra el funcionamiento general del sistema desde que el usuario ingresa a través de su teléfono móvil o de un ordenador hasta que la petición llega al servidor.

Figura 18. Funcionamiento del sistema



Fuente. La autora

13.5 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Para esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- Identificar los objetivos del sistema. Es importante destacar que son objetivos de tipo empresarial y no de tipo informático, no debiendo confundirse con los requisitos específicos del sistema.
- Establecimiento del alcance del sistema, identificando las funciones de negocio que pretenden automatizarse.
- Definición de la tipología de usuarios finales, para conocer el perfil de personas a quien va dirigido el producto final a obtener. Además de la tipología, se debe conocer la población de usuarios a quien va dirigido el producto final, ya determinará la arquitectura más adecuada.
- Estudio de los antecedentes del sistema. Todo tipo de información relacionada con la concepción del proyecto es imprescindible para hacer de las necesidades y problemas del cliente, necesidades y problemas del sistema.

El objetivo principal del proyecto es el estudio, definición y desarrollo de un sistema que se encargue de gestionar y controlar las plazas de un parqueadero, para llevar a cabo el proceso de la entrada y salida del parqueadero así como la

localización de la plaza asignada en el mismo. Por ello otro de los objetivos más importantes de este proyecto es la innovación que proporcionaría su desarrollo.

No debe sobrepasar un número de plazas determinadas, debe tener en cuenta las posibles incidencias que puedan ocurrir, y debe basarse en problemas reales que sucedan en los aparcamientos.

Por último, la calidad percibida por el usuario y el cliente ha de ser óptima. Todos los subsistemas que componen el parqueadero funcionarán de forma coordinada gracias al uso de la aplicación informática que se desarrollará.

13.6 ANTECEDENTES DEL SISTEMA

Los sistemas de aparcamiento plantean los siguientes problemas:

La limitación del nivel de seguridad que ofrecen los parqueaderos actuales que será mejorada gracias a todos los elementos mencionados en el Capítulo 1 y a la posibilidad de envío de alertas tanto al usuario como al operador, a su ordenador o a su móvil indicándole situaciones anormales detectadas por el sistema dentro del parqueadero.

La necesidad de asignación individual de plazas de aparcamiento, aportando un ID independiente para cada usuario de forma cómoda y segura. De esta forma se producirá una disminución de los tiempos de búsqueda, así como un aumento de la satisfacción de los usuarios.

Los costos de personal son muy altos, viéndose disminuidos al automatizar el estacionamiento siendo posible reducir la cantidad de operadores que cumplen la labor de control, entrega de tickets, etc.

Falta de un uso y distribución más eficiente del parqueadero. Se optimizarán las plazas, gracias a políticas de llenado, cerrando y abriendo zonas o plantas según sea necesario.

Carencia de un buen control pudiéndose incrementar los ingresos a través de una mejora del mismo, puesto que el control reduce drásticamente la evasión y fraude en el cobro porque todo está conectado, el ingreso, el pago y la salida sin permitir al operador modificar las horas ni tarifas.

13.7 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

El análisis de requisitos es la tarea que plantea qué debe hacer el sistema para cumplir con las necesidades del negocio y los requisitos del usuario. Por tanto en esta etapa se hace énfasis sobre el qué debe hacer el sistema y no sobre cómo debe hacerlo.

Para esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- Reconocimiento del problema, estableciendo los elementos básicos del sistema tal como lo percibe el usuario. De este modo se comprende el contexto del sistema, además de establecerse la comunicación necesaria para el análisis del problema, con la aportación indispensable del usuario.
- Se distinguirá entre el Ámbito del sistema, que debe especificar de manera breve y a partir de los objetivos señalados en el Capítulo 1, las funciones de negocio a mecanizar, y el Contexto general del sistema que muestra la interacción del sistema con el usuario, con otros sistemas mecanizados o manuales, o con posibles bases de datos corporativas existentes.
- Desarrollo del modelo lógico del nuevo sistema, con el fin de identificar las funciones o procesos y los datos esenciales. A partir de los diagramas de flujo de datos se identificarán todas las funciones que debe cubrir el sistema, los flujos de información y la estructura de ésta.

En el anexo 1 se podrá ver de manera clara los requerimientos funcionales y no funcionales identificados para el diseño y la implementación del sistema.

13.8 RECONOCIMIENTO DEL PROBLEMA

Reconocer los elementos básicos del sistema tal como lo percibe el usuario. Para ello se parte de una especificación y del reconocimiento y análisis del problema previamente planteado en el anteproyecto. De este modo se comprende el contexto del sistema. Además debe establecerse la comunicación necesaria para el análisis del problema, con la aportación indispensable del usuario.

13.8.1 Ámbito del sistema. En este proyecto se realizará la simulación de un sistema que gestione la asignación de las plazas de un aparcamiento, así como hacer una gestión de sus dispositivos. El sistema de gestión del parqueadero le permitirá al usuario ubicar a través de mapas en su dispositivo en que plazas de aparcamiento cercana hay espacio para su vehículo y le permitirá escoger la misma.

Con esta solución fácil y controlable se pretende eliminar todos los inconvenientes de los sistemas tradicionales de gestión de parqueaderos.

El sistema deberá cubrir los requisitos que se enumeran:

- Combinación en un único sistema de asignación de plazas y de seguridad: al mismo tiempo el sistema utiliza elementos de seguridad como sensores o barreras, y elementos de asignación de plazas y guiado como luces de ayuda, disponiendo de esta manera de dos funciones, la de control de ocupación de plazas y su vigilancia.
- Innovación mediante un sistema de asignación de plazas y guiado en parqueadero: esto se logra utilizando equipos de tecnología punta que coordinan los movimientos del automóvil dentro del aparcamiento. Los conductores son dirigidos a las plazas asignadas de la instalación utilizando luces de guiado, de modo que se reducen la congestión y los tiempos de búsqueda del conductor. A la vez, se crea permite la posibilidad de una máxima ocupación y una óptima utilización del espacio.
- Una solución más efectiva en cuanto a seguridad: cada vez es más relevante poder identificar los vehículos, poder situar en qué zona del aparcamiento se encuentran e incluso conocer la información referida a su trazabilidad.
- Software de administración del sistema: garantizando que la información entrante desde cada dispositivo en la red es recibida, controlada, almacenada y difundida correctamente.

13.8.2 Estudio de la arquitectura. El objetivo de esta etapa es identificar las posibles soluciones de arquitectura que satisfagan tanto los requisitos del usuario como las restricciones de diseño. Para ello, se definen estas posibles soluciones, se someten a un estudio de viabilidad y se elige la más adecuada, para ser desarrollada e implementada.

Para esta etapa se realizarán las siguientes actividades:

- Identificar alternativas de desarrollo de la aplicación, tanto hardware como software. Es importante destacar el hecho de que continuamente se va a establecer una distinción entre los elementos hardware necesario para desarrollar el sistema propuesto y los elementos hardware que se utilizarán para realizar el simulador de ese sistema.
- En cuanto al estudio de las posibilidades para el resto de software necesario hará referencia a sistemas operativos, plataformas, gestores de bases de datos, etc.

- Elección dentro de esas alternativas de la arquitectura hardware y software que soportará la aplicación.

13.8.3 Especificación de las Alternativas. Primeramente, se identifican y definen las distintas alternativas que pueden servir como soluciones viables para satisfacer los requisitos definidos y las necesidades del usuario. Las posibles soluciones se encaminan hacia el modo de operar del usuario final y el tipo de arquitectura tecnológica a utilizar. Serán los requisitos del cliente y el tipo de tecnologías existentes en su organización, los aspectos a considerar para encaminar hacia arquitecturas de un tipo u otro.

13.8.4 Alternativas de tecnología hardware. Se van a diferenciar dos tipos de componentes hardware. Por un lado, los que harían falta para la implementación del sistema propuesto, el cual prevé todos los dispositivos de control para gestionar las zonas de aparcamiento así como las automatizaciones para el control de la seguridad. Por otra parte, los componentes hardware que se van a utilizar para el desarrollo de la aplicación que integra el simulador de este sistema. Esta distinción se debe a que como ya se ha mencionado, no es posible realizar un desarrollo del sistema completo, por el poco tiempo del que se dispone y por la dificultad de disponer de todos los elementos necesarios, desarrollándose únicamente un simulador del sistema.

13.8.5 Tipología de los usuarios finales. Aunque no siempre se conozca en detalle, es necesario conocer el perfil de las diferentes personas a quien va dirigido el producto final a obtener. Además de la tipología, se debe conocer aunque sea de manera aproximada, la población de usuarios a quien va dirigido el producto final, ya que el número de usuarios y la posible concurrencia de interacción en el sistema serán determinantes a la hora de estudiar la arquitectura más adecuada.

Con esta solución los usuarios finales de estos tipos de aparcamientos podrán disfrutar de las siguientes ventajas:

- Localización rápida de plazas libres con el consiguiente ahorro de tiempo.
- Agilidad de circulación en el interior del aparcamiento.
- Menos desgaste en los vehículos, reducción de gases y riesgo de accidentes al estar menor tiempo circulando.
- Guiado por el estacionamiento totalmente intuitivo de fácil lectura y comprensión.
- Mayor percepción de seguridad y de calidad de servicio

14.IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

El objetivo de la fase de implementación del sistema es identificar las posibles soluciones de arquitectura que satisfagan tanto los requisitos del usuario como las posibles restricciones de diseño. Para llevar a cabo este proceso, se definen las posibles soluciones, y se elige la más adecuada, para ser desarrollada e implementada.

Para esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- Identificar alternativas de desarrollo de la aplicación, tanto hardware como software. Es importante destacar el hecho de que continuamente se va a establecer una distinción entre los elementos hardware necesario para desarrollar el sistema propuesto y los elementos hardware que se utilizarán para realizar la simulación de este sistema.
- En cuanto al estudio de las posibilidades para el software necesario hará referencia a sistemas operativos, plataformas, gestores de bases de datos, etc.
- Elección dentro de esas alternativas de la arquitectura hardware y software que soportará la aplicación.

14.1 HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

En relación a los elementos que se van a utilizar en el desarrollo del sistema, se verán a continuación los diferentes componentes hardware y software que fueron utilizados durante la implementación del sistema.

- **Sistema Operativo de Microsoft: Windows Vista.**

Procesador Intel Pentium Dual.

Windows vista.

4 GB de RAM.

Pantalla de 16 bits de 1024x768.

2GB de espacio libre en disco para la instalación del programa.

14.2 SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA

Deben detallarse los elementos hardware que sean necesarios, especificando: hardware central tal como: servidor central y componentes hardware, necesidades de memoria, disco, procesador y tarjetas, estaciones terminales, ordenadores personales, impresoras, scanners.

También se detallan los elementos software que se necesitan. Software central tal como: sistemas operativos, gestores de bases de datos, nuevos paquetes o productos, servidores y software de la aplicación, paquetes o productos software, software cliente de la aplicación, navegadores de Internet, etc.

Además se especifican los elementos de comunicación o conectividad necesarios: hardware o software de conectividad de bases de datos (drivers ODBC), hardware o software de conectividad de redes, hardware o software de conectividad de aplicación o paquetes, tipos de redes (red de área local, red punto a punto, etc.

14.2.1 Tecnología hardware

Se van a diferenciar dos tipos de componentes hardware. Por un lado, los que harían falta para la implementación del sistema propuesto, el cual prevé todos los dispositivos de control para gestionar las zonas de aparcamiento. Por otra parte, los componentes hardware que se van a utilizar para el desarrollo de la aplicación con la simulación de este sistema. Esta distinción se debe a que como ya se ha mencionado, no es posible realizar un desarrollo del sistema completo, por el poco tiempo del que se dispone.

14.2.2 Tecnología software

En esta sección se encuentran las diferentes aplicaciones y el tipo de software que fue necesario para realizar y llevar a cabo el programa y el software correspondiente para de esta forma realizar la simulación necesaria para llevar a cabo el planteamiento del problema y validar sus posibles soluciones a través de la simulación del sistema. Para el desarrollo de la aplicación se ha utilizado el siguiente software:

14.2.2.1 Sistema operativo. Windows Vista: Se ha utilizado para el desarrollo Windows Vista, aun así, se podría mudar la aplicación a otro sistema operativo ya que no se han utilizado funciones propias de uno en concreto para buscar mejorar la compatibilidad de la aplicación.

14.2.2.2 Suite ofimática. Microsoft Office 2007: Se ha utilizado Microsoft Office 2007 para el desarrollo de la documentación del proyecto y su presentación.

14.2.2.3 Plataforma. Visual C#²⁶: Se ha utilizado Visual C#, es un lenguaje de programación que se ha diseñado para generar diversas aplicaciones que se ejecutan en .NET Framework. C# es simple, eficaz, con seguridad de tipos y orientado a objetos. Las numerosas innovaciones de C# permiten desarrollar aplicaciones rápidamente y mantener la expresividad y elegancia de los lenguajes de estilo de C.

Visual C# es una implementación del lenguaje de C# de Microsoft. Visual Studio ofrece compatibilidad con Visual C# con un completo editor de código, un compilador, plantillas de proyecto, diseñadores, asistentes para código, un depurador eficaz y de fácil uso y otras herramientas. La biblioteca de clases de .NET Framework ofrece acceso a numerosos servicios de sistema operativo y a otras clases útiles y adecuadamente diseñadas que aceleran el ciclo de desarrollo de manera significativa.

Para el acceso a la base de datos desde la aplicación se usará Microsoft SQL Server Management Studio, usado para configurar, administrar y manejar todos los componentes y herramientas de SQL.

Se hizo uso también de una librería de google maps integrada con Visual Studio C#, para manejar el uso de los mapas sobre la simulación del sistema.

14.2.3 Desarrollo e implementación. El objetivo de esta etapa es alcanzar la transformación del sistema en un conjunto de programas que pueden ser ejecutados correctamente, bajo criterios de calidad.

La dificultad radica en cómo realizar dicha transformación de la mejor manera posible, ya que esto depende de factores como el lenguaje de programación, herramientas o utilidades software disponible.

Para esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- Lenguajes de programación: Herramientas que permiten crear programas y software.
- Secuencia del proceso
- Descripción de la aplicación.

²⁶ [http://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc437852\(v=vs.71\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc437852(v=vs.71).aspx)

14.2.4 Lenguajes de programación. Los lenguajes de programación son herramientas que permiten crear programas y software. Entre ellos tenemos Delphi, Visual Basic, Pascal, Java, etc.

Se ha utilizado como lenguaje principal para el desarrollo de la aplicación C#.

- **C#:** Es un lenguaje de programación que se ha diseñado para generar diversas aplicaciones que se ejecutan en .NET Framework. C# es simple, eficaz, con seguridad de tipos y orientado a objetos. Las numerosas innovaciones de C# permiten desarrollar aplicaciones rápidamente y mantener la expresividad y elegancia de los lenguajes de estilo de C.

Visual C# es una implementación del lenguaje de C# de Microsoft. Visual Studio ofrece compatibilidad con Visual C# con un completo editor de código, un compilador, plantillas de proyecto, diseñadores, asistentes para código, un depurador eficaz y de fácil uso y otras herramientas. La biblioteca de clases de .NET Framework ofrece acceso a numerosos servicios de sistema operativo y a otras clases útiles y adecuadamente diseñadas que aceleran el ciclo de desarrollo de manera significativa.

14.2.4.1 Características

- El lenguaje es muy sencillo.
- Incluye un amplio soporte de estructuras, componentes, programación orientada a objetos, manipulación de errores, recolección de basura, etc.
- Las clases en C# pueden heredar de un padre pero puede implementar varias interfaces.
- C# también provee soporte para estructuras, un concepto el cual ha cambiado significativamente desde C++.
- C# provee características de componentes orientados, como propiedades, eventos y atributos.
- Ahorro tiempo en la programación ya que tiene una librería de clases muy completa y bien diseñada.
- El manejo de errores está basado en excepciones.
- C# soporta todas las características propias del paradigma de programación orientada a objetos: encapsulación, herencia y polimorfismo.

14.2.4.2 Aplicaciones. Con el lenguaje C # se puede realizar un sin fin de codificaciones tales como:

- Programas de escritorio en Windows
- Páginas web
- Videojuegos con xna para pc y Xbox
- Programas en Linux con mono
- Conectarse a bases de datos
- Usar .net framework

C# es un potente lenguaje de programación muy similar a C++ principalmente viene incluido en el paquete .NET de Microsoft además que es un lenguaje orientado a objetos y cumple los con los principales paradigmas de la orientación a Objetos.

14.2.5 Descripción del sistema. La simulación del sistema consiste en una aplicación que gestiona las plazas de aparcamiento, el acceso a las mismas de los usuarios y los módulos de la solución propuesta.

A continuación se procede a dar una explicación detallada de los módulos que fueron desarrollados e implementados en la aplicación.

- **Modulo servidor**

En este módulo se podrán modificar, eliminar, ingresar y consultar las entidades de la base de datos, es decir, las bahías, los vehículos, los parqueaderos, los usuarios, las tarifas y los tipos de vehículos.

- **Modulo clientes**

En este módulo los usuarios del sistema podrán realizar el registro, modificación y eliminación de sus datos personales y de su vehículo para poder hacer uso de las demás herramientas del sistema.

- **Módulo de gestión**

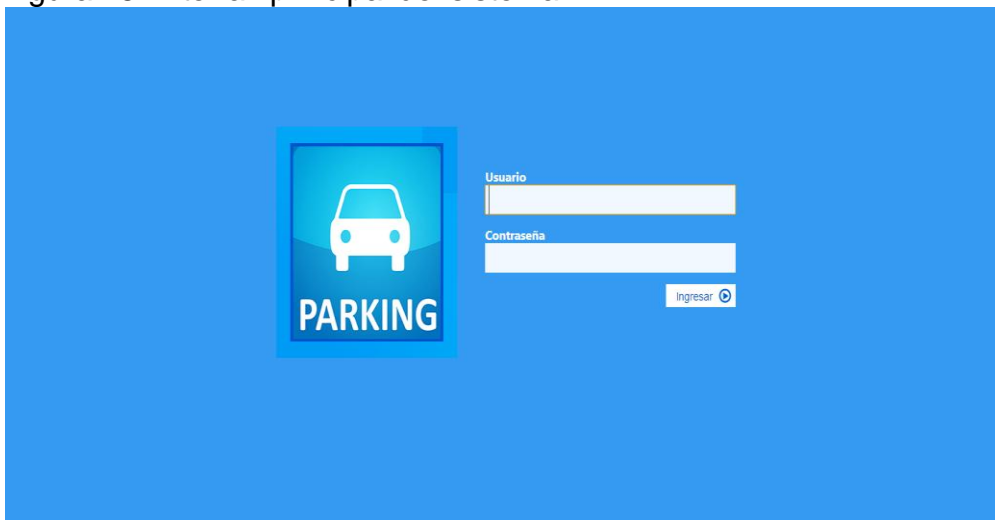
En este módulo se gestionará todo lo correspondiente a la librería de google maps, los usuarios podrán visualizar a través de mapas, los parqueaderos en los cuales hay cupos disponibles para sus vehículos, y también se gestionará el manejo de tiempos de entrada y salida de vehículos para identificar cuando una bahía está ocupada y cuando se desocupa.

- **Acceso de usuarios**

Todos los usuarios del sistema pueden acceder a la herramienta a través de internet. En el sistema se presentan básicamente dos perfiles, el primero es el administrador del sistema, quien tiene privilegios para crear usuarios del sistema y asignar los roles correspondientes, además de otras funciones de configuración y parametrización del sistema, el segundo, el perfil de stakeholder o usuario del sistema, quien puede realizar el registro de sus datos, del vehículo y la visualización de los diferentes módulos del sistema para interactuar con el mismo.

En la siguiente figura se puede visualizar la página principal, en la cual se puede visualizar de manera clara y concisa el proceso por el cual va a realizarse el ingreso de los usuarios al sistema; en la cual se ofrece un nivel de seguridad para evitar que usuarios que no están autenticados en el sistema puedan realizar manipulación de la información que se encuentra en el mismo.

Figura 18. Interfaz principal del sistema



Fuente. La autora

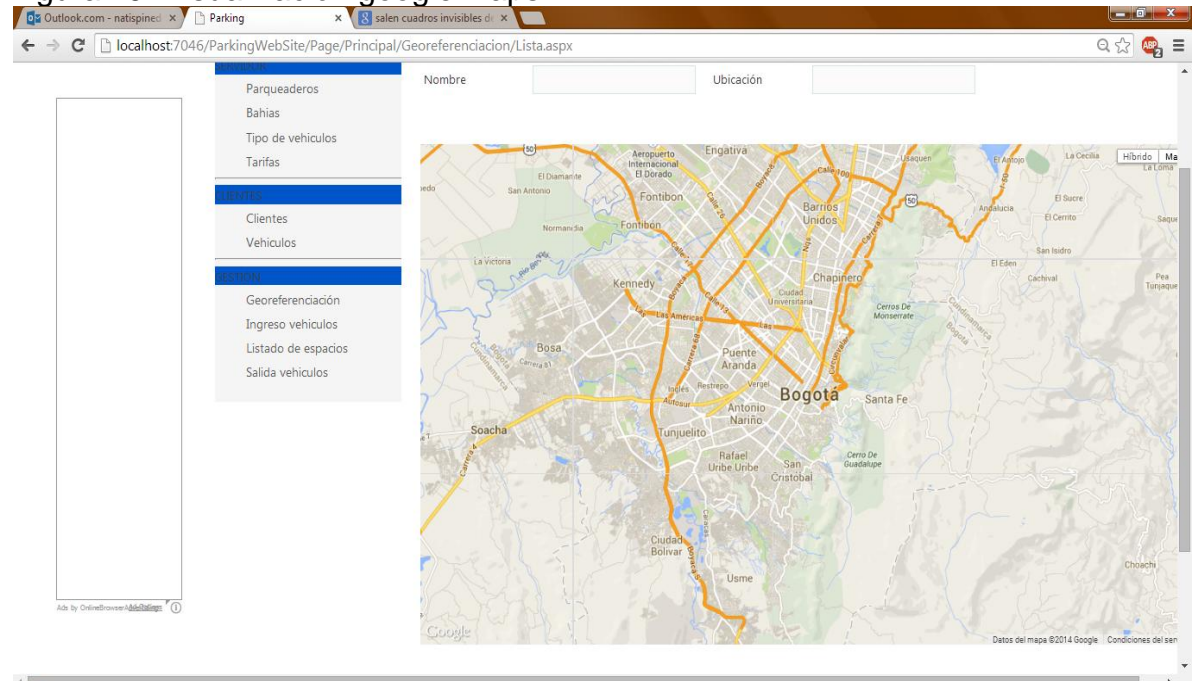
15. ANALISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto, se realizaron diferentes tipos de pruebas con respecto a las bases de datos y a la información que iba a ser guardada dentro de la misma para que no se presenten errores al momento de utilizar la aplicación y sea eficiente el resultado deseado por los diferentes grupos de usuarios que vayan a utilizar la aplicación.

En las siguientes figuras e imágenes se muestran los resultados obtenidos a través de Google maps al momento de realizar la búsqueda de diferentes parqueaderos y direcciones en la aplicación. Los resultados fueron los deseados y se obtuvieron imágenes que indican con símbolos rojos los parqueaderos y con verde aquellos que se encuentran libres y a los cuales puede acceder un usuario que desee ubicar un parqueadero cercano al lugar en donde se encuentra o en el lugar destino al cual se dirige.

En la siguiente figura se puede evidenciar el resultado arrojado por la aplicación en el momento en que el usuario accede al navegador web y desea obtener información sobre una dirección georreferenciada.

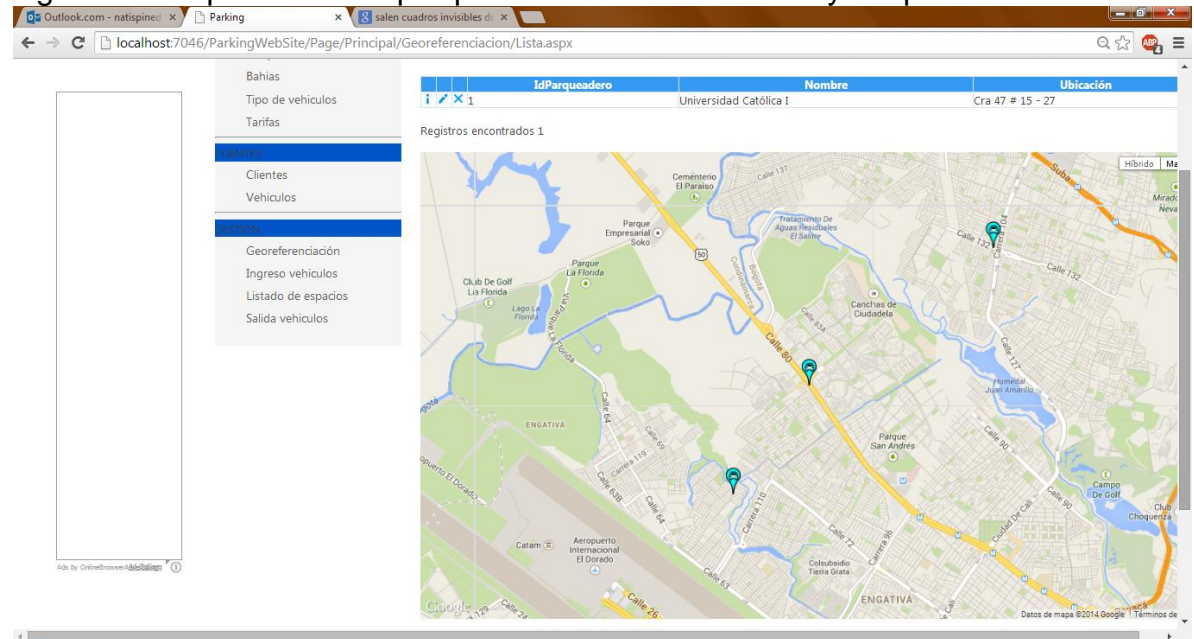
Figura 19. Visualización google maps



Fuente. La autora

Se puede evidenciar claramente que en el momento en que el usuario indica la dirección deseada en la aplicación, se busca en la base de datos del sistema la información del registro deseado y la aplicación indica en el mapa los parqueaderos que se encuentran ocupados y libres cercanos al lugar de la dirección indicada por el usuario

Figura 22. Mapa indicando parqueaderos cercanos libres y ocupados



Fuente. La autora

Al finalizar la aplicación se realizaron distintos tipos de pruebas necesarios para validar los resultados y los tiempos de respuesta de la aplicación simulada al usuario en el momento en el que el mismo realizaba una consulta y deseaba realizar la ubicación de un parqueadero cercano al lugar de destino.

Hay que tener en cuenta que los tiempos de respuesta son directamente proporcionales al navegador que se esté usando, al procesador del equipo que se use y a la velocidad del internet del que se haga uso en el momento de usar la aplicación ya que es un servicio web.

A continuación se muestran tablas con los respectivos datos obtenidos al realizar las pruebas en la aplicación.

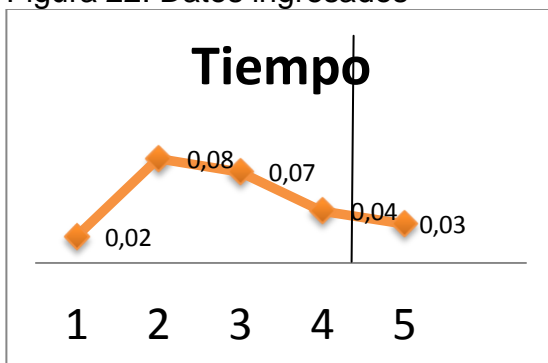
- **Tiempo de respuesta en el que el sistema valida los datos ingresados**

Tabla 5. Tiempo de respuesta datos ingresados

Intento	Tiempo
1	0,02
2	0,06
3	0,01
4	0,05
5	0,03
6	0,04

Fuente. La autora

Figura 22. Datos ingresados



Fuente. La autora

- **Tiempo de respuesta del servidor al buscar una dirección**

Intento	Tiempo
1	0,7
2	0,6
3	0,8
4	0,12
5	0,9
6	0,7

Tabla 6. Tiempo de respuesta buscando una dirección

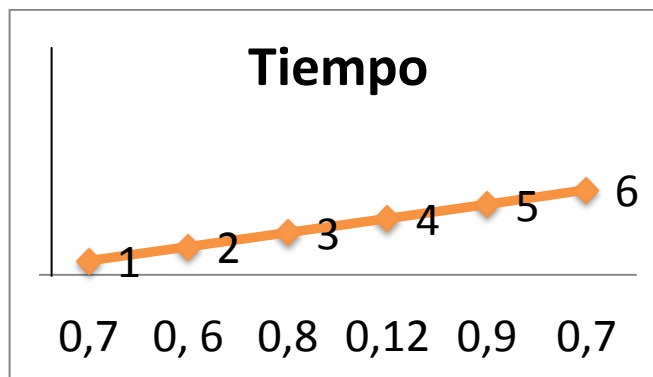


Figura 23. Búsqueda de una dirección

Tiempos de respuesta con IPv6

Intento	Tiempo
1	0,02
2	0,08
3	0,07
4	0,04
5	0,03

Tabla 7. Tiempo de respuesta con IPv6

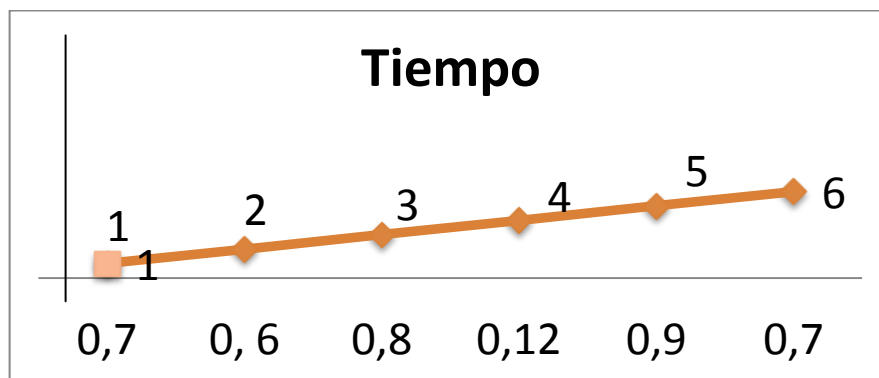


Figura 24. Tiempo de respuesta usando IPv6

16.CONCLUSIONES

El trabajo de grado propuesto presentó una simulación a una solución de los ITS correspondiente al manejo, gestión y control de plazas de aparcamiento para de esta manera buscar reducir las distintas problemáticas, como por ejemplo, reducción de tiempos durante el viaje y al finalizar el mismo, reducción de la contaminación, mejora en la movilidad, reducción del tráfico, que se presentan en la ciudad en el momento de conseguir una plaza de aparcamiento cercana al lugar de destino.

El resultado principal del trabajo de grado fue la realización de una simulación que les permitiera a los usuarios que tienen vehículos de transporte la ubicación fácil y rápida sobre un mapa de una plaza de aparcamiento que estuviera cercana a su lugar de destino integrando y aplicando nuevos enfoques tecnológicos como el protocolo IPv6 y arquitecturas orientadas a servicios.

Adicionalmente, se realizó también la revisión del estado del arte de los principales términos utilizados en el proyecto y sus respectivos enfoques, como IPv6, arquitecturas orientadas a servicios y la importancia que han venido teniendo los mismos sobre los Sistemas Inteligentes de Transporte como solución, aplicación e implementación sobre estos, permitiendo de esta manera mejores resultados y aplicaciones de las nuevas tecnologías que han venido teniendo un gran auge e importancia en estos.

Se realizaron diferentes pruebas con respecto a las bases de datos, a la información que iba a ser guardada sobre las mismas y a la aplicación usando el protocolo IPv6 y las arquitecturas orientadas a servicios como una solución ágil, fácil, eficiente y de rápida respuesta para los usuarios al momento de realizar la ubicación de una plaza de aparcamiento que se encuentre más cerca a su lugar de destino, permitiéndole de esta manera visualizar y escoger sobre un mapa la misma.

A través de las diferentes referencias bibliográficas y de la realización del estado del arte del trabajo de grado se logró realizar de una manera fácil y ordenada el proyecto en su totalidad y alcanzar a cabalidad los objetivos propuestos en la etapa inicial del presente proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

AL-DEEK, Haitham M., Ayman A. Mohamed, and Essam A. Radwan. "A New Model for the Evaluation of Traffic Operations at Electronic Toll Collection Plazas."

ASAKURA, Y., KASHIWADANI, M., NISHI, K. and FURUYA, H. (1995). Driver's response to parking information systems: empirical study in Matuyama City. World Congress on Intelligent Transport Systems (2nd Yokohama-shi, Japan). Steps forward. Vol. 4. Tokyo, Japan : VERTIS, pp. 1813-1818

ASAKURA, Yasuo and MASUO Kashiwadani. "Effects of Parking Availability Information on System Performance: A Simulation Model Approach." Proceedings of the 1994 Vehicle Navigation and Information Systems Conference. 1994. pp. 251 – 254

AWDUCHE, Daniel O. Beneficios de IPv6 para las empresas.

AXHAUSEN, K.W. and J.W. Polak (1995). A disaggregate model of the effects of parking guidance systems. 7th WCTR Meeting. Topic 9. Advanced Traveler Information Systems. Sydney, Australia.

AYCIN, M. F. and R. F. Benekahal. "Comparison of Car-Following Models for Simulation." Proceedings of Transportation Research Board 78th Annual Meeting (Preprint CD-ROM). 10-14 January, 1999. Washington, DC: Transportation Research Board, 2000.

BAILEY, S. Stuart and HARRY T. Dimitriou. "The Commuter and 'Park and Ride'." *Transportation Quarterly*. Vol. 26, No. 4, October, 1972.

BARRANCO DE AREBA, Jesús. Metodología del análisis estructurado de sistemas. 2ª edición. Universidad Pontificia Comillas. 2001

BOWLER, Charles E., et al. *Park and Ride Facilities – Guidelines for Planning, Design and Operation*. Washington, D.C. USDOT, FHWA Report, 1986.

BURRIS, Mark W. and ERIC D. Hildebrand. "Using Microsimulation to Quantify the Impact of Electronic Toll Collection." *ITE Journal*. Vol. 66, No. 7, July 1996. pp 21-24

Business Process Execution Language (BPEL),
<http://www.servicearchitecture.com/>

CHARLOTTESVILLE, VA: Virginia Transportation Research Council, 1998.

Communication News (1996). A 'fine' solution. *Communication News*, September, pp. 16-17.

CONQUEST, L., Spyridakis, J., Haselkorn, M., and Barfield, W. (1993). The Effect of motorist information on commuter behavior: classification of drivers into commuter groups. *Transportation Research C*, Vol. No. 2, pp. 183-201.

DUEKER, Kenneth J., et al. *Strategies to Attract Auto Users to Public Transportation*. Transit Cooperative Research Program Report 40. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998.

ESQUIVEL, L. M. 2009. Estudio de los mecanismos de soporte de multihoming para aumentar la confiabilidad de la conexión en redes. [Documento en línea]. Citado en [<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1132/1/CD-1977.pdf>]

EVANS, J.B. *Structures of Discrete Event Simulation: An Introduction to the Engagement Strategy*. New York: John Wiley and Sons, 1988.

FERGUSON, E. (2000). Parking management and commuter rail: the case of Northeastern Illinois. *Journal of Public Transportation*, Vol. 3, No. 2. pp. 99-121.

FLEMMING, G. 2010. Sistemas inteligentes de transporte. [Documento en línea]. Citado en [<http://www.calymayor.com.mx/website/documentos/its.pdf>]

FROUFE QUINTAS, Agustin. Java2: Manual de usuario y tutorial. Ra-Ma. USA, 2008

GÁLVEZ SERNA, JULIANA ANDREA - HINCAPIÉ, ROBERTO CARLOS. Las Redes Inalámbricas Ad-Hoc En La Comunicación Vehicular.

GARBER, Nicholas J. and Lester A. Hoel. *Traffic and Highway Engineering*. Second Edition. Boston: PWS Publishing Company, 1997.

GIBSON, John E. *How to Do Systems Analysis*. University of Virginia, July 1991. Course Notes for SYS 301: Design of Engineering Systems. Professors Garrick Louis and Brian L. Smith. Fall, 1997.

GLOHR, E. (2002). Lansing Community College Parking Smart Card Trailblazer. *The Parking Professional*, June, pp. 36-40.

GLOVER, Hill y BHATT, Himanshu. RFID essentials. Reilly & Associates. USA, 2006

GONT, F. 2010. Introducción a la IETF. [Documento en línea]. Citado en [<http://www.ietf.org/>]

GOMEZ, I. Service Oriented Architecture. 2013. [Documento en línea]. Citado en [<http://ceur-ws.org/Vol-132/paper09.pdf>]

HALLEMAN, B. (2003). Europe's space program. (Parking space, naturally). *Traffic Technology International*, February/March, pp. 46-49.

HAVINOVISKI, G.N., R.V. Taylor, A. Johnston, and J.C. Kopp (2000). Real-time parking management systems for park-and-ride facilities along transit corridors. Preprint. Transportation Research Board Annual Meeting, Washington D.C.

HAWRYSKIEWYCZ, I.T. Introducción al análisis y diseño de sistemas con ejemplos prácticos. Anaya Multimedia. 1990

HERRERA QUINTERO, Luis Felipe. 2011. Modelo de prestación de servicios ITS de valor agregado: aplicación a los sistemas de gestión de aparcamiento. Tesis doctoral.

HODEL, T. B. and Cong, S. (2003). Parking Space Optimization Services, a Uniformed Web Application Architecture. In *2003 Intelligent Transport Systems and Services, ITS World Congress Proceedings*, October 2003, pp.16-20.

HENDRICKS, Susan and Maren Outwater. "Demand Forecasting Model for Park-and-Ride Lots in King County, Washington." *Transportation Research Record 1623: Transit, Bus, Paratransit, Rural, Intermodalism, Rail, Commuter and Intercity Rail, Light Rail*. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 1998.

Java Remote Method Invocation (Java RMI), java.sun.com/products/jdk/rmi/Common Object-Request Broker Arquitectura (CORBA), www.corba.org/

ITS Deployment Analysis System. Build 1. Computer Software. Cambridge Systematics, Inc., 1998.

KAVAK, F.C. and M. J. Demetsky. "Behavioral Modeling of Express Bus Fringe Parking Decisions." *Transportation Research Record 534: Travel Behavior and Values*. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 1975.

KELTON, W. David, Randall P. Sadowski, and Deborah A. Sadowski. *Simulation with Arena*. Boston: WCB McGraw-Hill, 1998.

KERZNER, Harold. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. Sixth Edition. New York: John Wiley and Sons, Inc.: 1998.

LEHPAMER, Hervey. *RFID Design Principles*. Artech House Publishers. USA, 2007

MARTINEZ, B. 2010. Sistema informático de gestión y plazas de aparcamiento automatizado. Universidad Pontificia de Comillas. [Documento en línea]. Citado en [<http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/4c246aff90452.pdf>]

MARTIN SIERRA, Antonio J. Programador certificado Java 2. Ra-Ma. Madrid, 2007

MERRIMAN, D. (1998). How many parking spaces does it take to create one additional transit passenger? *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 28, pp. 565-584.

MINDERHOUD, M. M. and Bovy, P. H. L. (1996). A dynamic parking reservation system for city centers. 29th International Symposium on Automotive Technology & Automation, pp. 89-96.

NADAL ESTRADA, Jordi. *El arte del parking: manual del diseño, construcción y gestión del aparcamiento*. Difusión Jurídica Y Temas De Actualidad. Madrid, 2009

Página de soluciones en control de accesos y seguridad <http://www.accesor.com/esp/art2_query.php?sol=13>
Proceedings of Transportation Research Board 79th Annual Meeting (Preprint CD-ROM). 9-13 January, 2000. Washington, DC: Transportation Research Board, 2000.

Revista ingenio. 2012. Seguridad de protocolo de internet. [Documento en línea]. Citado en [http://issuu.com/ingenioufpso/docs/revista_ingenio_ufpso/42]

SÁNCHEZ LOZANO, Alberto; Serrano Rodríguez Javier; Programación Orientada a Objetos; Servicios Web. Comparativa J2EE y .Net.

SEGUI, J. M, MARTINEZ, M. R. 2004. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Los sistemas inteligentes de transporte y sus efectos en la movilidad urbana e interurbana. [Documento en línea]. Citado en [<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-170-60.htm>]

SHRINER, Heather Wishart. *Evaluating Improvements in Landside Access for Airports*. Virginia Transportation Research Council Report (FHWA/VTRC 99-R7).

SMITH, Brian L. "Systems Analysis." Lecture Notes for CE 737: Intelligent Transportation Systems. Charlottesville, VA: University of Virginia, 1998.

STROBEL, Horst. *Computer Controlled Urban Transportation*. International Series on Applied Systems Analysis. Chichester: John Wiley and Sons, 1982.

SOA. "Service Oriented Architecture", <http://www.service-architecture.com/>

THOMPSON, R.G. and P. Bonsall (1997). Drivers' response to parking guidance and information systems. *Transport Reviews*, Vol. 17, No. 2, pp. 89-104.

TURNBULL, Katherine F. *Effective Use of Park-and-Ride Facilities*. National Cooperative Highway Research Program Synthesis of Highway Practice 213. Washington, D.C.: National Academy Press, 1995.

TURNBULL, Katherine F. "National Overview of Park-and-Ride Facilities." Proceedings of Transportation Research Board 79th Annual Meeting (Preprint CD-ROM). 9-13 January, 2000. Washington, DC: Transportation Research Board, 2000. U.S. Department of Transportation. *National ITS Architecture*. Washington D.C.: 1997.

Universal Description, Discovery and Integration (UDDI): <http://www.uddi.org>
<http://uddi.microsoft.com/> y <http://www-3.ibm.com/services/uddi/>

URI. World Wide Web Consortium (W3C), "Uniform Resource Identifier (URI)", www.w3.org/Addressing/

WATTERSON, B.J., Hounsell, N.B., and Chatterjee, K. (2001). Quantifying the potential savings in travel time resulting from parking guidance systems-a simulation case study. *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 52, pp. 1067-12077.

WILLSON, R. and SHOUP, D. (1990). Parking Subsidies and Travel Choices: Assessing the Evidence. *Transportation*, Vol. No. 17, pp.141-157.

WILLSON, R. (1997). Parking Pricing Without Tears: Trip Reduction Programs. *Transportation Quarterly*, Vol. 51, No 1, pp. 79 -90.

World Wide Web Consortium (W3C), "Simple Object Access Protocol (SOAP)": <http://www.w3.org/TR/SOAP/> y <http://www.develop.com/soap>

World Wide Web Consortium (W3C), "Web Services Description Language (WSDL)": <http://www.w3.org/TR/wsdl>.

XML. World Wide Web Consortium (W3C), “eXtensible Markup Language (XML)”,<http://www.w3.org/XML>.